

ИЗУЧЕНИЕ НОВЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИОНОВ НИКЕЛЯ ИЗ ВОДЫ

Абызова Е.А. – студент, Сомин В.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Одной из наиболее острых экологической проблем является загрязнение водных объектов соединениями тяжелых металлов, являющимися канцерогенными и токсичными веществами для человека, избыточное поступление которых в организм приводит к различным заболеваниям. Поэтому исследования, направленные на разработку современных технологий очистки воды от соединений металлов, являются актуальными и своевременными. Наиболее доступными и эффективными методами очистки сточных вод являются сорбционные, где в качестве сорбентов используются не промышленные и широко распространённые дорогие материалы, а легкодоступные и не уступающие первым сорбенты из отходов различных производств.

В АлтГТУ им. И.И. Ползунова проводились исследования по изучению сорбции ионов никеля материалами из отходов растениеводства – лузги гречихи. Для увеличения сорбционной емкости лузга предварительно модифицировалась химическим методом. Ранее была изучена сорбция ионов никеля на модифицированной гидроксидом натрия лузге, поэтому целью настоящих исследований было определение сорбционных характеристик для лузги гречихи, модифицированной ортофосфорной кислотой.

Исследования проводились в динамических условиях. Для определения влияния высоты слоя сорбента и его массы на эффективность очистки были проведены опыты по определению динамической емкости для сорбентов с разной высотой слоя (h). В первом эксперименте высота слоя сорбента составляла $h=20$ см, масса сорбента $m=20$ г, во втором опыте $h=10$ см, $m=10$ г, в третьем – $h=40$ см, $m=40$ г. Исходный раствор ионов никеля концентрацией 1 мг/л пропускали сверху вниз через модуль диаметром 3,5 см, загруженный лузгой гречихи, модифицированной раствором ортофосфорной кислоты. Пробы фильтрата анализировались через каждые 2 л, при достижении равенства между начальной и конечной концентрациями эксперимент прекращался. Полученные зависимости отражены на рисунке 1 и в таблице 1.

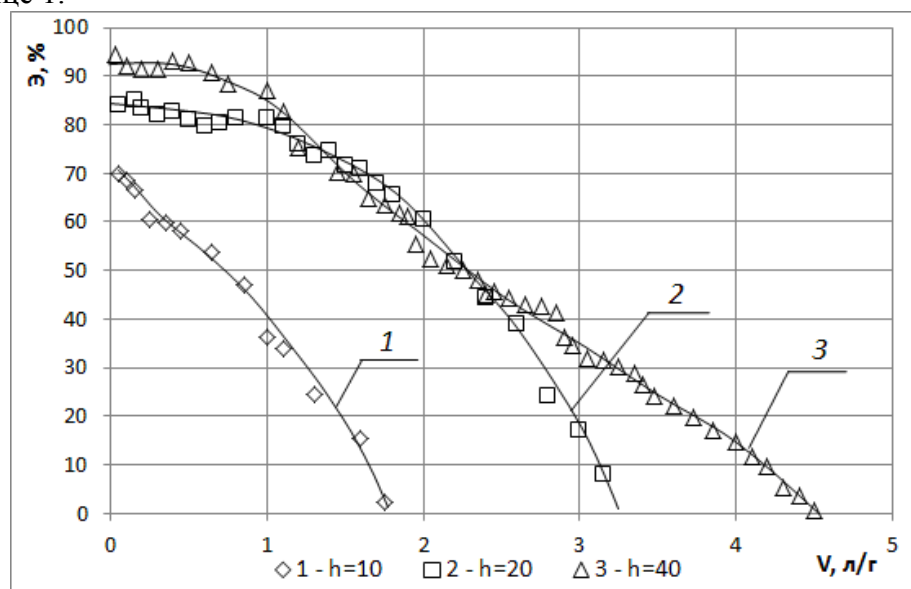


Рисунок 1 – Зависимость эффективности очистки воды (Э) от пропущенного удельного объема (Vуд) для различных высот слоя сорбента

Динамическая емкость сорбента измерялась двумя способами: по ГОСТ 20255.2-89 и графическим методом. Емкость по ГОСТ определяется по формуле:

$$D_{\pi} = \frac{(V_{\phi} * C - \sum V_{\pi} * C_{\pi}) * 1000}{m},$$

где V_{ϕ} - общий объем фильтрата, пропущенный через материал до уравнивания концентраций фильтрата и рабочего раствора, л;

$C, C_{\text{п}}$ – соответственно начальная и конечная концентрация рабочего раствора, мг/л;

$V_{\text{п}}$ – объем порции фильтрата после появления ионов рабочего раствора, л;

m – масса сорбента, г .

Графический метод определения емкости предполагает решение уравнения:

$$D_{\text{п}} = \int_{\Delta C_1}^{\Delta C_2} V \cdot d\Delta C.$$

где V – V – удельный объем фильтрата, пропущенный через материал до уравнивания концентраций фильтрата и рабочего раствора, л/г;

ΔC – разница между начальной и конечной концентрацией ионов никеля.

Для этого предварительно необходимо построить график зависимости пропущенного удельного объема раствора (V) от разности концентраций ионов никеля (ΔC) рабочего раствора и порции фильтрата: $V=f(C_{\text{н}}-C_{\text{к}})$.

Таблица 1 – Результаты изучения динамических характеристик с различной высотой слоя сорбента

Высота слоя сорбента h , см	Максимальный эффект очистки, Э %	Полная динамическая обменная емкость, мг/г		Пропущенный удельный объем V , л/г
		по ГОСТ 20255.2-89	графическим способом	
10	70	0,97	0,72	1,8
20	84	1,51	1,61	3,2
40	94	2,33	2,46	4,5

Пропущенный удельный объем для двойного слоя составил 4,5 л/г, что на 30% больше чем для одинарного слоя – 3,2 л/г, и на 60% больше чем для половины слоя – 1,8 л/г.

При увеличении высоты слоя сорбента с 10 до 40 см максимальная эффективность очистки увеличивается с 70 до 94%, а динамическая емкость – примерно в 3 раза. Как видно из таблицы 1, данные, полученные по определению емкости различными методиками, сопоставимы друг с другом.

Таким образом, при очистке от ионов никеля целесообразно использовать лузгу гречихи, модифицированную раствором ортофосфорной кислоты.

ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАЦИИ ЛУЗГИ ГРЕЧИХИ НА СОРБЦИЮ ИОНОВ МЕДИ

Пушкарева К.И. – студент, Сомин В.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время для очистки сточных вод от различных примесей все большее применение находят отходы агропромышленного комплекса – солома злаковых культур, лузга гречихи, риса, подсолнечника, скорлупа орехов и др. Такие материалы могут использоваться для выделения из воды самых разнообразных соединений, в том числе тяжелых металлов. Вместе с тем их практическое применение зачастую затруднено из-за невысокой сорбционной емкости, поэтому нами была поставлена задача изучения способов модификации отходов растениеводства с целью увеличения их сорбционных свойств.

В качестве сырья для производства сорбентов была использована лузга гречихи, модифицированная гидроксидом натрия. Первоначально была изучена сорбционная емкость лузги как необработанной, так и модифицированной растворами соляной и ортофосфорной кислот (0,1 н) и гидроксидом натрия (500 мг/л) в статических условиях. Для этого были наведены модельные растворы сульфата меди с концентрациями от 10 до 1500 мг/л, в которые помещался исследуемый материал количеством 1 г и после установления

равновесия растворов анализировалось на содержание ионов меди. В результате проведенных исследований были получены следующие данные.

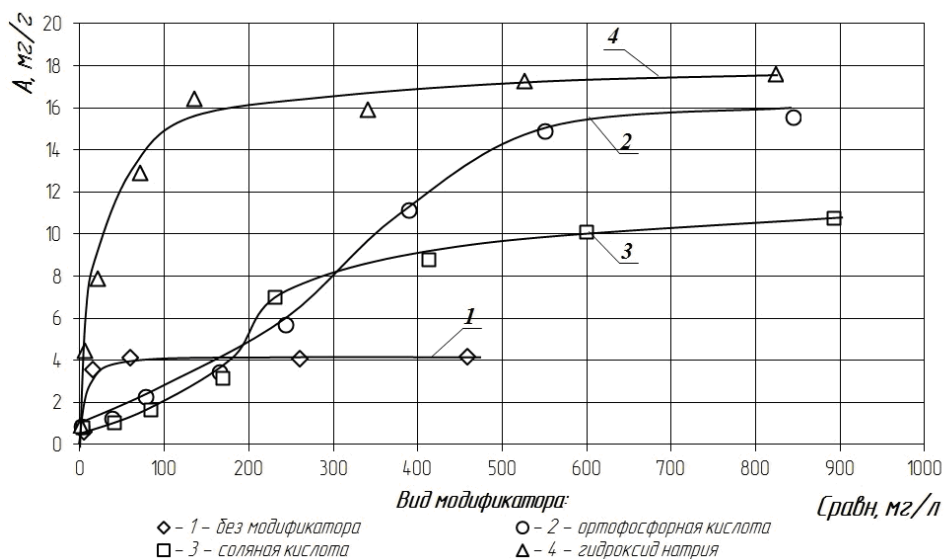


Рисунок 1 – Зависимость сорбционной емкости (А) шелухи гречихи от равновесной концентрации ($C_{равн}$) ионов меди в растворе

Как видно из рисунка 1, шелуха гречихи в нативной форме обладает невысокой сорбционной емкостью по ионам меди – 4,2 мг/г. Обработка ее модификаторами позволяет значительно улучшить сорбционные свойства, наиболее высокие показатели получены при модификации раствором гидроксида натрия, которая способствует увеличению сорбционной емкости материала более чем в 4 раза. Максимальное значение при этом составляет 17,7 мг/г. Несколько ниже оказалась емкость у шелухи, модифицированной ортофосфорной кислотой – 15,9 мг/г. Отмечено, что раствор соляной кислоты наименее подходит в качестве модификатора.

На следующем этапе исследований была изучена эффективности очистки воды от соединений меди в динамических условиях. Для этого был наведен модельный раствор ионов меди с концентрацией 1 мг/л, который пропускали через фильтр, загруженный модифицированной гидроксидом натрия лузгой массой 20 г. Фильтрат периодически отбирался для определения содержания ионов меди, после исчерпания емкости загрузка регенерировалась гидрокарбонатом натрия.

В результате были получена зависимость, представленная на рисунке 2.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ

Копылова Л.В. – магистрант, Кормина Л.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

При выработке тепловой энергии ведущая роль принадлежит производственным и коммунальным котельным, которые используют различные виды топлива: природный и сжиженный газ, угли различных марок, дрова, топочный мазут, керосин, солярку и пр. Чем выше коэффициент полезного действия котельных установок, тем меньше расход топлива.

Наиболее мощными генераторами по выработке тепла, при этом более эффективными в расходе топлива, являются газовые котельные.

Существует два способа газификации: подключение системы к коммунальной магистрали с природным газом или использование газгольдера со сжатым газом, т.е. автономная независимость.

На территории Алтайского края услуги по теплоснабжению обеспечивают 2293 котельных малой и средней мощности, в которых установлены 4619 котлов с суммарной

мощностью 11139,3 Гкал/час. 52% котельного оборудования полностью выработало свой ресурс.

Алтайский край, не располагая собственными энергоресурсами, вынужден завозить уголь, мазут и сжиженный газ из других регионов. Одним из приоритетных направлений социально-экономического развития края является газификация. Природный газ – экологически чистый, недорогой, универсальный источник энергии, использование которого может обеспечить более надежное теплоснабжение территории края, снизить затраты потребителей на приобретение топлива, повысить комфортность условий жизни населения.

С начала газификации края переведено на газ около 750 котельных, построено около 23,8 тыс. км газораспределительных сетей. Дальнейшая газификация повысит инвестиционную привлекательность края, в т.ч. и в сфере туризма.

Основными задачами разработанной в крае долгосрочной целевой программы «Комплексное развитие коммунальной инфраструктуры Алтайского края на 2011-2013 г.г.» является рациональное использование энергоресурсов, перевод котельных на газ, проектирование и строительство газораспределительных сетей.

В 2014 г. московской компанией СК «ИНМАР» разработан масштабный документ, содержащий детальный анализ проблем теплоснабжения г. Барнаула. В числе приоритетных предложений разработанной схемы теплоснабжения г. Барнаула - строительство трех газовых котельных: по ул. Мусорского, ул. Чехова и в п. Лесном.

Площадка под строительство котельной по ул. Чехова, 24 расположена в Центральном районе города и граничит на западе - с Алтайской краевой клинической психиатрической больницей, на северо-западе – с действующей угольной котельной, на северо-востоке – с проезжей частью ул. Чехова. Ближайшие жилые дома расположены на расстоянии более 100 м.

Строительство новой газовой котельной позволит ликвидировать существующую по ул. Пушкина, 30 угольную котельную, имеющую устаревшее оборудование с низким КПД, что снизит антропогенную нагрузку на воздушную среду района, несмотря на увеличение количества вырабатываемой тепловой энергии, потребность в которой возникла в связи с застройкой района Речного вокзала, перспективной застройкой улицы Промышленной, а также реконструкцией объектов в исторической части города

Нами проведена оценка воздействия выбросов загрязняющих веществ на атмосферу от источников существующей угольной котельной и прогнозируемое воздействие газовой котельной.

Определение уровня загрязнения приземного слоя атмосферы осуществлялось расчетом рассеяния выбросов с использованием программного комплекса «Эра», разработанного отделом экономики промышленных центров Сибирского отделения Академии наук РФ и фирмой «ЛОГОС».

Анализ полученных результатов расчета показал, что в результате строительства газовой котельной максимальные приземные концентрации в ближайшей существующей и перспективной жилой зоне по выбросам оксидов азота снизятся с 0,47 ПДК до 0,14 ПДК; по выбросам оксида углерода – с 0,22 ПДК до менее 0,05 ПДК. Выбросы летучей золы, сажи и диоксида серы при закрытии угольной котельной ликвидируются полностью.

Полученные расчетом изоконцентраты диоксида азота в приземном слое атмосферы приведены на рисунках 1-2.

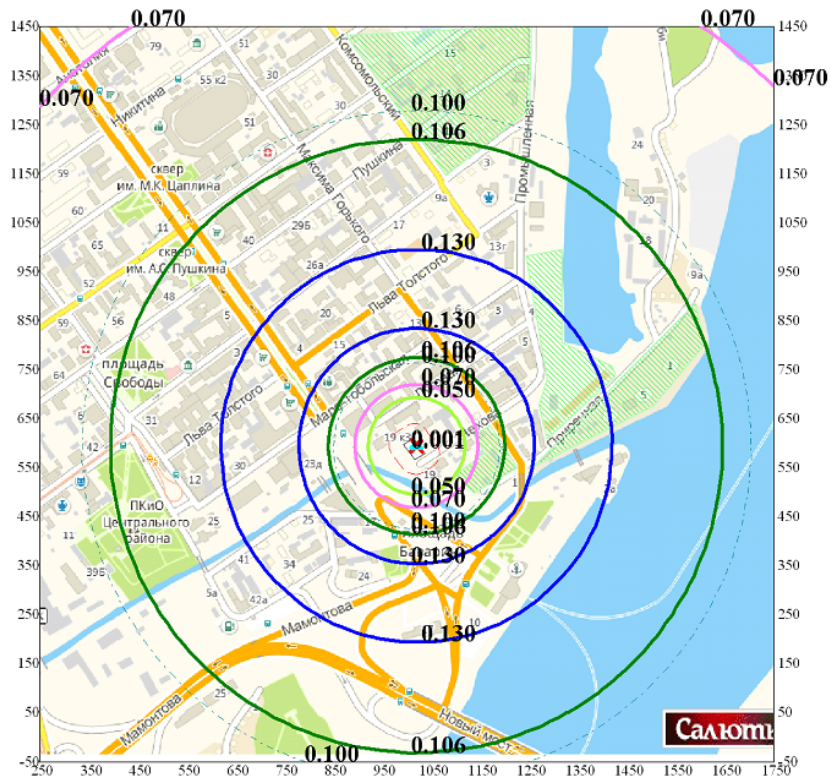


Рисунок 1 – Изоконцентраты диоксида азота проектируемой газовой котельной

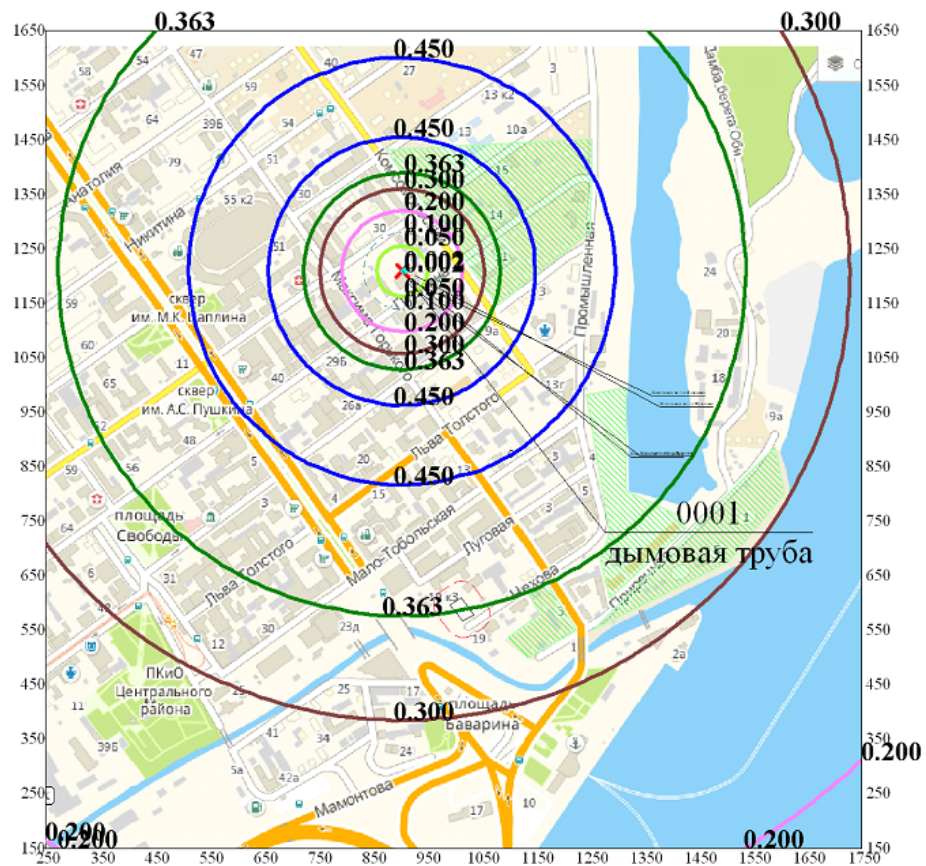


Рисунок 2 – Изоконцентраты диоксида азота существующей угольной котельной

Список литературы:

1. Губин В.В. Малоотходные и ресурсосберегающие технологии в энергетике/В.В. Губин., С.А Косяков – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 252 с.
2. [Электронный ресурс] Обзор эффективных экологических решений, внедренных на предприятиях ОАО РАО «ЕЭС России», 2007. URL: http://www.cef-ees.ru/pub/izdan/obzor_proekt.pdf.
3. Постановление Администрации Алтайского края от 10.06.2011 № 311 «Об утверждении долгосрочной целевой программы «Комплексное развитие коммунальной инфраструктуры Алтайского края на 2011-2013 г.г.».

ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ФЕНОЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Вдовыченко В.В. – студент, Реттих Н.Е. – студент, Сомин В.А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Очистка фенольных сточных вод, которые образуются на таких предприятиях, как нефтеперерабатывающие, коксохимические, лесохимические, анилинокрасочные и другие, является сложной технологической задачей. Метод очистки таких стоков выбирается исходя из определения степени очистки и экономической целесообразности. Исходя из этого, многие исследования направлены на разработку новых методов и технологических решений, которые позволят минимизировать затраты и одновременно достичь высокого эффекта очистки. Сорбция – довольно распространенный способ удаления загрязняющих веществ из воды, но зачастую из-за высокой стоимости сорбентов, он может существенно ограничен в применении. Поэтому актуально исследование материалов, созданных на основе отходов различных производств (деревообрабатывающих, зерноперерабатывающих, растениеводческих и других), которые могли бы заменить традиционные дорогостоящие сорбенты. Большое применение для очистки загрязненных вод начали находить такие отходы агропромышленного комплекса, как шелуха риса, гречихи, лузга и стебли подсолнечника и другие. Для практического применения данные материалы должны обладать достаточной сорбционной емкостью, поэтому своей задачей мы поставили изучение сорбционных характеристик одного из отходов выращивания подсолнечника – стеблей – и проведение их модификации.

Объектами исследования являются модельные растворы фенолов с концентрациями от 10 до 1500 мг/л. Для определения фенолов в воде использовался фотометрический анализ [1].

На первом этапе исследования была изучена кинетическая зависимость, которая показала, что равновесие в системе сорбат-сорбент устанавливается через 5 минут.

Далее были определены статические сорбционные характеристики стеблей и их фрагментов (сердцевин) в нативном виде. Выявлено, что максимальная емкость стеблей в нативном виде составляет 67 мг/г, а их мягкой внутренней ткани – несколько больше (69 мг/г). Дальнейшие исследования проводились на внутренней ткани (сердцевине) стеблей. Ее модифицировали посредством карбонизации при температурах 200 °С и 250 °С. Сорбционная емкость сердцевин, карбонизированной при 250 °С, оказалась незначительно выше (72 мг/г), чем карбонизированной при 200 °С (67 мг/г). Результаты исследований представлены на рисунке 1.

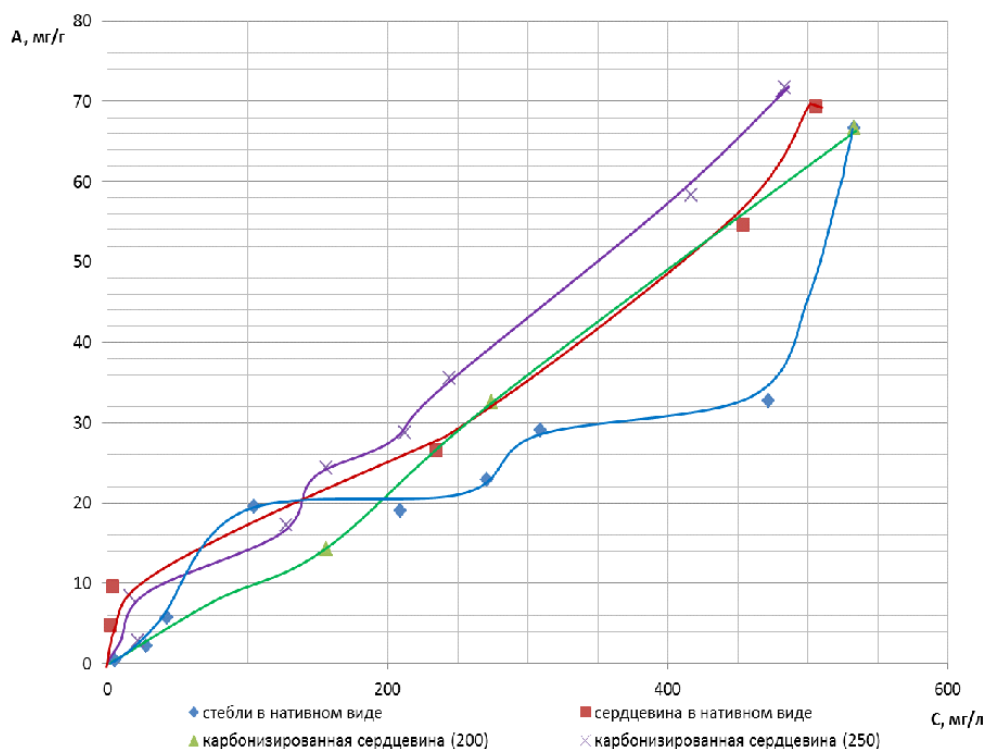


Рисунок 1 – Изотермы сорбции фенола на различных материалах

Таким образом, можно сделать вывод о том, что модификация методом карбонизации не способна лишь незначительно увеличить сорбционную емкость, поэтому ее проведение не является целесообразным. При этом в качестве сорбента можно использовать стебли без выделения их внутренней части.

Поскольку фенол способен проявлять слабокислотные свойства, для его извлечения часто используют катиониты, в частности, КУ 2-8. В рамках нашего исследования были изучены его сорбционные характеристики, представленные на рисунке 2. Максимальная емкость для указанного катионита составила, что говорит о том, что сорбционные свойства стеблей подсолнечника значительно превосходят аналогичные для катионита (более чем в два раза).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШЕЛУХИ ГРЕЧИХИ ДЛЯ УМЯГЧЕНИЯ ВОДЫ

Куталова А.В. – студент, Сомин В.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Повышенное содержание жесткости во многом определяет пригодность воды для использования ее как в промышленных, так и в бытовых целях. В настоящее время для умягчения воды применяют различные методы, которые используются самостоятельно (кипячение, реагентная обработка) или в сочетании с другими методами: термическим; ионообменным; мембранным, а также различные их комбинации. Каждый из них позволяет в той или иной степени подготовить воду для использования её для технических нужд или как питьевую. Выбор метода обусловлен параметрами исходной воды, требованиями к очищенной, а также ее количеством.

Вместе с тем наиболее распространенным методом умягчения воды является ионный обмен, однако применяемые при этом катиониты имеют высокую стоимость и очень требовательны к качеству воды. Поэтому представляет большой интерес получение недорогих и требующих минимальной предварительной подготовки воды сорбентов.

Целью работы является получение новых сорбционных материалов для умягчения

природных вод на основе отходов растениеводства: лозги гречихи и подсолнечника.

Первоначально были определены кинетические параметры сорбции соединений жесткости на нативной шелухе гречихи. Результаты представлены на рисунке 1. Как видно, равновесие в системе сорбат-сорбент достигается в течение 5 минут от начала процесса сорбции.

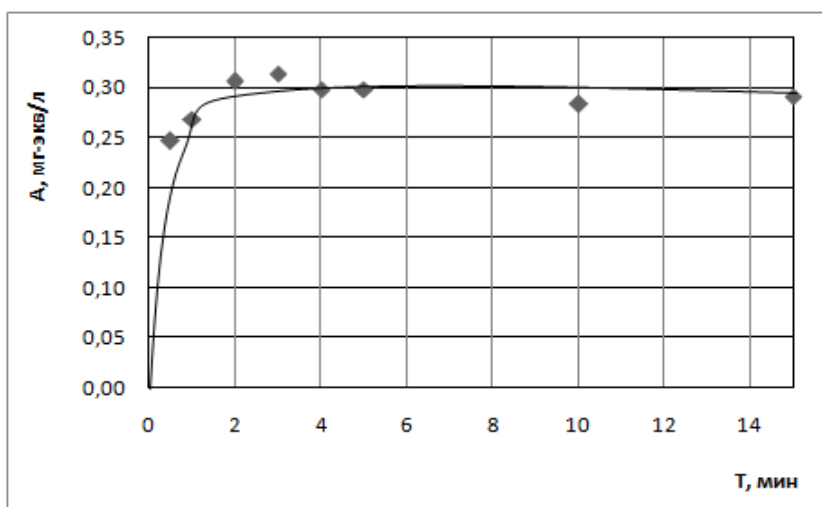


Рисунок 1 -Кинетическая кривая сорбции соединений жесткости на нативной шелухе гречихи

Сорбционная емкость шелухи гречихи и подсолнечника изучалась в статических условиях при постоянной температуре 22 °С. Для этого были наведены модельные растворы с содержанием жесткости от 4 до 40 мг-экв/л. В каждый раствор добавлялось по 1 г сорбента. Содержимое колб непрерывно перемешивалось в течение 5 минут в соответствии с кинетической кривой. Затем производилось отстаивание и анализ раствора на ионы кальция и магния титриметрическим методом.

Результаты исследования статических характеристик сорбции представлены на рисунке 2. Как видно, сорбционная емкость шелухи гречихи значительно превышает аналогичную для подсолнечника (на 30 %). Вид обеих изотерм соответствует типу ЛШ по классификации Гильса, что предполагает наряду с микропорами наличие также мезопор.

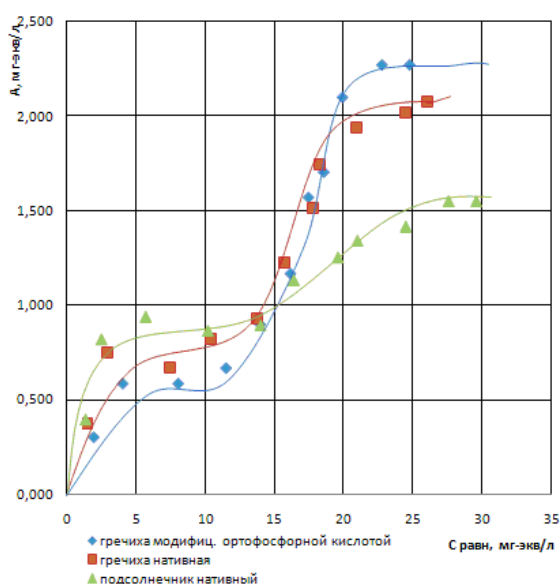


Рисунок 2 - Изотермы сорбции ионов жесткости шелухой подсолнечника и гречихи

Для увеличения сорбционных характеристик лозги гречихи была проведена ее модификация раствором ортофосфорной кислоты концентрацией 500 мг/л. В результате отмечено незначительное увеличение сорбционной емкости (примерно на 10 %), что, вероятно, обусловлено увеличением пористости полученного материала.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что лузга гречихи и подсолнечника может быть использована для умягчения воды, но требуется подобрать способ активации для увеличения сорбционных характеристик.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

Душкина И. А. – студент, Бельдеева Л.Н. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы, утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 г. № 717, ставится задача по ускоренному переходу отечественного сельского хозяйства к использованию новых высокопроизводительных и ресурсосберегающих технологий.

Животноводство оказывает значительное воздействие на окружающую среду. Выбросы парниковых газов от этого сектора, по оценкам экспертов, составляют 14,5 процента от общемирового объема выбросов – это больше, чем процент выбросов от транспортного сектора экономики. Животноводство является крупнейшим в мире источником выбросов метана и закиси азота, веществ, которые намного более токсичны и более устойчивы, чем двуокись углерода.

Загрязнение окружающей среды птицеводческими и животноводческими предприятиями чаще всего происходит из-за несовершенства применяемых технологий и технических средств, несоблюдения установленных экологических требований.

Большинство отходов сельскохозяйственного производства характеризуется ценным химическим составом и может быть использовано для изготовления различной необходимой для народного хозяйства продукции.

Животноводческие предприятия, потребляя известные традиционные энергоносители, обладают достаточно большим неиспользуемым энергетическим потенциалом, которым является навоз. Навоз является одним из традиционных видов органического удобрения, так как имеет в своем составе высокое содержание питательных и гумусообразующих веществ, в которых нуждаются сельскохозяйственные растения. В то же время он может являться агрессивным источником загрязнения окружающей среды. Недостаточно отработанные технологии переработки навоза вызывают экономические, экологические и социальные издержки, затрудняющие функционирование свиноферм. При этом необходимо учитывать, что энергия, заключенная в кормах, потребляемых животными, не полностью используется их организмом. Значительная часть ее выделяется вместе с навозом, что обуславливает его энергетическую ценность.

Использование навоза для переработки в биогаз, топливные брикеты и т.д., может обеспечить электроэнергией миллионы жителей, а также значительно сократить парниковые выбросы. Навоз при разложении выделяет два очень сильных парниковых газа - окись азота и метан. По данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC), оксид азота способствует парниковому эффекту в 310 раз, а метан - в 21 раз сильнее, чем углекислый газ, который считают главным виновником этого эффекта. Сжигание биогаза, топливных брикетов, полученного из навоза, также приводит к выбросу в атмосферу углекислого газа, но в значительно меньшем количестве, чем при сжигании, например, угля.

Технология переработки навоза должна надежно обеззараживать его, обеспечивать длительное хранение и максимальное сохранение в нем питательных веществ, минимизировать количество газообразных, жидких или твердых отходов, которые могут загрязнять окружающую среду. В условиях Алтайского края наиболее перспективными являются следующие технологии.

Компания ООО «ЦентрИнвестПроект» предлагает технологию позволяющую перерабатывать навоз в синтетический или генераторный газ – смесь CO и H₂ с теплотворной способностью 1200 Ккал. Такой газ может являться альтернативой природному газу, мазуту и углю в паровых котлах, дизельному топливу в дизель-генераторах.

ООО «НПО БАЛТЭК» реализует несколько вариантов оборудования и технологий для дезактивации навоза за одни сутки. Быстрая дезактивация навоза становится возможной благодаря совместному применению сорбента «Абсолют-Агро» и установки «Абсолют - Сепаратор».

Ставропольским государственным аграрным университетом разработана безотходная энергосберегающая технология переработки отходов животноводства. В основе этой технологии лежит микробиологическая деструкция органической части навоза в анаэробных условиях.

Компания «Техноагроресурс» предлагает комплексные решения по утилизации и переработке навоза или навоза с получением - удобрений и грунтов и подстилки для животных.

Наиболее усовершенствованной технологией утилизации отходов животноводческих ферм является разработка фирмы «Эко-Сервис»- эффективное решение по утилизации / переработки жидких стоков животноводства - навоза, основанное на разделении - сепарировании стоков (как густых, влажностью до 80%, так и жидких влажностью до 99%). Для этого применяется навозный сепаратор.

Предприятие самостоятельно выбирает способы (установки) по утилизации навоза.

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЕНТОВ ИЗ КОКОСОВЫХ ОРЕХОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Олубунми А. – аспирант, Сомин В.А. – к.т.н., доцент, Кравченко Н.И. – инженер,
Куликова А.В.– студент, Мачульский Д.А. – студент,
научный руководитель – д.т.н., профессор Л.Ф. Комарова

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Одними из наиболее распространенных загрязнителей окружающей среды являются нефтепродукты, источниками поступления которых являются предприятия нефтедобычи и нефтепереработки, транспортировки а также многочисленные производства, которые используют нефтепродукты в качестве смазочно-охлаждающих жидкостей, топлив и т.п. Загрязнение водоемов нефтепродуктами может происходить также вследствие неорганизованного сброса ливневых стоков с селитебной территории. Попадание нефти и её компонентов в окружающую среду вызывает изменение физических, химических и биологических характеристик природной среды обитания, нарушает ход естественных биохимических процессов. Загрязнение поверхностных вод может стать причиной загрязнения почв и грунтовых вод.

Попадая в водоемы, нефтепродукты создают на поверхности воды пленку, нарушая тем самым газообмен с окружающей средой. Кроме этого, они обладают выраженными токсичными свойствами, что обуславливает их низкое значение предельно допустимой концентрации для водоемов рыбохозяйственного назначения – 0,05 мг/л. При такой концентрации нефтепродукты, как правило, находятся в растворенном состоянии и очистка от них возможна с использованием сорбционных методов, где в качестве адсорбентов используются различные вещества природного и искусственного происхождения. Традиционные углеродные сорбенты способны обеспечить довольно высокую эффективность очистки воды и имеют очень широкий диапазон применения благодаря уникальности своих физико-химических свойств (высокая емкость, стабильная поглотительная способность, минимальное каталитическое воздействие на очищаемые

среды, достаточная прочность, гидрофобность). Однако их применение ограничивается дороговизной и достаточно жесткими требованиями к воде, направляемой на очистку. Поэтому создание новых типов сорбентов, позволяющих исключить подобные недостатки, является важной научно-практической задачей.

Исследования последних лет показывают, что дорогие промышленные сорбенты могут быть заменены на материалы, полученные из природного сырья или отходов производств. В частности, известны материалы на основе соломы злаковых культур, фасоли, рисовой и гречневой лузги, древесных опилок, скорлупы орехов. В практике водоочистки широко используются активированные угли из скорлупы кокосового ореха для очистки воды от различных загрязнений [1-5]. При этом технологии получения таких сорбентов включают нагрев микроволновым излучением [6], химическую активацию [7-9], формование с минеральными компонентами [10]. Для сорбентов на основе скорлупы кокосовых орехов характерным является низкое содержание золы, высокая механическая прочность, значительный объем пор и специфическое распределение пор по размерам, максимум которых приходится в области 0,2-0,5 нм, что обуславливает их высокую эффективность при очистке от молекулярных загрязнений.

Вышеуказанное характерно для большинства нефтедобывающих стран, в том числе ведущему производителю нефти в Африке Федеративной республике Нигерии. Поэтому при выборе сорбента на основе местного растительного сырья была использована скорлупа кокосового ореха, точнее продукт ее переработки. В качестве объектов исследований скорлупа кокосового ореха предварительно измельчалась до фракции размером 0,5-2 мм. На первом этапе была изучена сорбционная емкость кокосовой скорлупы в нативном виде, затем для увеличения сорбционной способности она была подвергнута модификации раствором гидроксида натрия концентраций 500 мг/л. Для определения статических характеристик сорбции наводились модельные растворы с содержанием нефтепродуктов от 10 до 200 мг/л. В каждый раствор добавлялось по 1 г сорбента. Содержимое колб непрерывно перемешивалось в течение заданного времени, затем производилось отстаивание и анализ осветленного раствора на нефтепродукты методом инфракрасной спектрометрии. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты изучения статических характеристик сорбции нефтепродуктов (НП) на кокосовой скорлупе

Скорлупа	Концентрация НП, мг/л		Сорбционная емкость, мг/г	Эффективность очистки, %
	начальная	конечная		
Нативная	50,0	49,6	0,04	0,8
модиф. NaOH	50,0	31,8	1,82	36,4
	100,0	16,0	8,40	84,0

Как видно из таблицы 1, сорбция нефтепродуктов на нативной скорлупе протекает неэффективно – для раствора с начальной концентрацией 50 мг/г сорбционная емкость составила 0,04 мг/г, а эффективность – только 0,8 %. Химическая модификация раствором гидроксида натрия позволила значительно увеличить сорбцию, и, как следствие, эффективность, которая составила 36,4 % для начального раствора концентрацией 50 мг/л и 84,0 % для раствора 100 мг/л.

Полученные данные позволяют продолжить исследования по извлечению нефтепродуктов из воды с помощью химически активированной скорлупы кокосового ореха.

Список литературы:

1. W. Sousa, Francisco. Green coconut shells applied as adsorbent for removal of toxic metal ions using fixed-bed column technology / Francisco W. Sousa, 113 André G. Oliveira, Jefferson P. Ribeiro, et. al. // Journal of Environmental Management. – 2010. – V. 91. – P. 1634-1640.

2. Sartape, Ashish. Removal of Bi (III) with adsorption technique using coconut shell activated carbon / Ashish Sartape, Aniruddha Mandhare, Prathmesh Salvi // Chinese Journal of Chemical Engineering. – 2012. – V. 20. – P. 768-775.
3. Serge Ello, Aimé. Coconut shell-based microporous carbons for CO₂ capture / Aimé Serge Ello, Luiz K.C. de Souza, Albert Trokourey, et. al. // Microporous and Mesoporous Materials. – 2013. – V.180. – P. 280-283.
4. Sekar, M. Kinetics and equilibrium adsorption study of lead(II) onto activated carbon prepared from coconut shell / M. Sekar, V. Sakthi, S. Rengaraj // Journal of Colloid and Interface Science. – 2004. – V. 279. – P. 307-313.
5. Removal of Bi(III) with adsorption technique using coconut shell activated carbon. Sartape Ashish, Mandhare Aniruddha, Salvi Prathmesh, Pawar Dattatraya, Raut Prakash, Anuse Mansing, Kolekar Sanjay. Chin. J. Chem. 2012. 20, №4, С. 768-775.
6. Yang, Kunbin. Preparation of high surface area activated carbon from coconut shells using microwave heating / Kunbin Yang, Jinhui Peng, C. Srinivasakannan, et. al. // Bioresource Technology. – 2010. – V. 101. P. 6163-6169.
7. Yang, Kunbin. Textural characteristics of activated carbon by single step CO₂ activation from coconut shells / Kunbin Yang, Jinhui Peng, Hongying Xia, et. al. // Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers. – 2010. – V. 41. – P. 367-372.
8. Babel, Sandhya. Cr(VI) removal from synthetic wastewater using coconut shell charcoal and commercial activated carbon modified with oxidizing agents and/or chitosan / Sandhya Babel, Tonni Agustiono Kurniawan // Chemosphere. – 2004. – V. 54. – P. 951-967
9. Anirudhan, S. Synthesis and characterization of polyacrylamide-grafted coconut coir pith having carboxylate functional group and adsorption ability for heavy metal ions / S. Anirudhan, M. R. Unnithan, L. Divya, P. Senan // Journal of Applied Polymer Science. – 2007. – № 104.– P. 3670–3681.
10. Ставицкая, С.С. Сорбционные свойства комбинированного сорбента и его составляющих – донного осадка Черного моря и окисленного угля из природного сырья / С.С. Ставицкая, В.М. Викарчук, Т.П. Петренко // Журнал прикладной химии, Т.4. Вып. 10, 2011. С. 1635-1639.
11. ГОСТ 51797-2001. Вода питьевая. Метод определения содержания нефтепродуктов. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2001. – 15 с.

СОРБЦИЯ ИОНОВ МЕДИ ИЗ ВОДЫ МАТЕРИАЛАМИ НА ОСНОВЕ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН

Каракулова М.Ю. – студент, Сомин В.А. - к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Высокие темпы роста и развития современной хозяйственной деятельности обеспечивают пропорциональный рост антропогенной и техногенной нагрузки на водные объекты. Решение проблемы загрязнения природных вод является важнейшей задачей современной науки и техники.

Одними из наиболее распространенных загрязнителей природных вод являются тяжелые металлы (цинк, никель, медь, хром и т.д.). Основными источниками поступления меди в окружающую среду являются предприятия горнорудной, металлообрабатывающей, деревообрабатывающей, текстильной и лакокрасочной промышленности. Соединения меди входят в состав медьсодержащих пестицидов, используемых для обработки сельскохозяйственных культур. При их использовании происходит накопление меди в растительном сырье, и как следствие, в живых организмах. Отравление человека медью и ее соединениями приводит к таким заболеваниям, как тахикардия, анемия, экзема, острая почечная и печеночная недостаточность. Поэтому необходима разработка эффективных,

малозатратных и экологически безопасных методов очистки сточных вод, в том числе с применением новых сорбционных материалов.

При выборе основы для изготовления сорбентов можно использовать природные глинистые минералы – бентониты, которые также применяются в различных отраслях промышленности, медицины и сельского хозяйства. Нами в качестве основы для создания сорбентов использовались бентониты Хакасского месторождения (образцы 5.1 и 6.9). В процессе удаления мешающих примесей из бентонитовых глин были получены два слоя (нижний и верхний) для каждого образца. Для увеличения сорбционной емкости была проведена активация всех образцов 5% раствором гидрокарбоната натрия, после чего изучена сорбционная емкость материалов в нативной и модифицированной форме.

Исследование статической сорбционной емкости бентонита марки 5.1 показало, что наибольшей сорбционной способностью по ионам меди обладает верхний слой материала (80,7 мг/г, рисунок 1). Выявлено, что содовая активация увеличивает сорбционную емкость образца 5.1 примерно в 2 раза (с 48,9 мг/г до 80,7 мг/г).

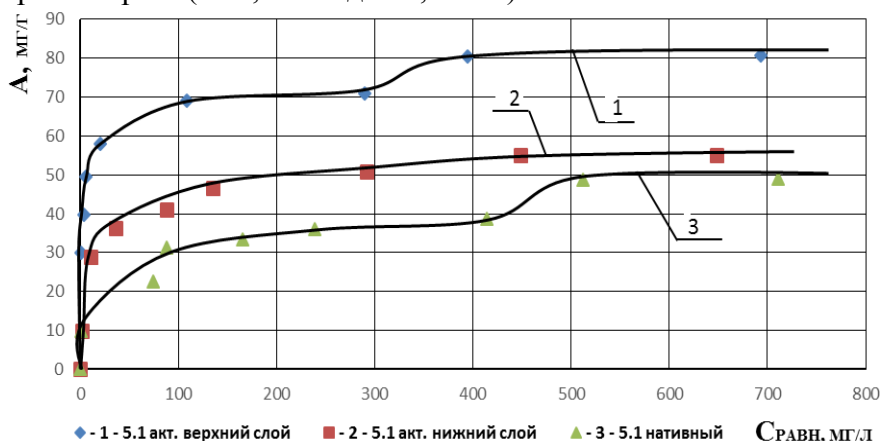


Рисунок 1 –Изотермы сорбции ионов меди бентонитом (образец 5.1)

Исследование статической сорбционной емкости образца 6.9 бентонита выявило, что наибольшей сорбцией обладает нижний слой (83,6 мг/г, рисунок 2). Аналогично предыдущему случаю, содовая активация увеличивает сорбционную емкость более чем в 2 раза (с 38,8 мг/г до 83,6 мг/г).

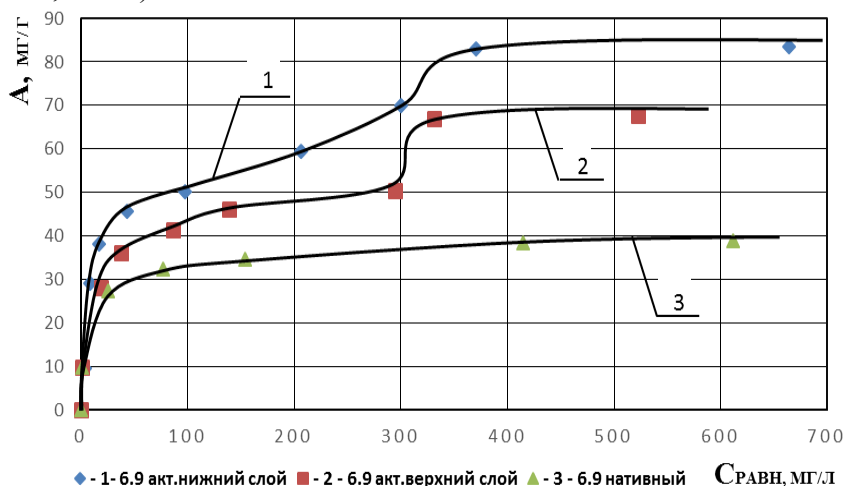


Рисунок 2 –Изотермы сорбции ионов меди бентонитом (образец 6.9)

Проведенные исследования показали, что наибольшей сорбционной емкостью обладает бентонит образца 6.9, активированный содой (нижний слой), поэтому дальнейшие исследования проводились на нем.

Для предотвращения вымывания бентонита из воды при проведении исследований в динамических условиях было предложено использовать связующее (парафин) в различных

соотношениях, после чего определялась сорбционная емкость полученного материала. На рисунке 3 в качестве примера показана изотерма сорбции на материале с соотношением (бентонит:парафин:) (1:5). Отмечено, что данный материал обладает высокой сорбционной способностью по отношению к ионам меди, близкой к аналогичному показателю активированного содой бентонита образца 6.9 (69,5 мг/г). Вид изотермы сорбции (типа L1 по классификации Гильса) позволяет предположить, что он обладает развитой поверхностью с наличием микропор.

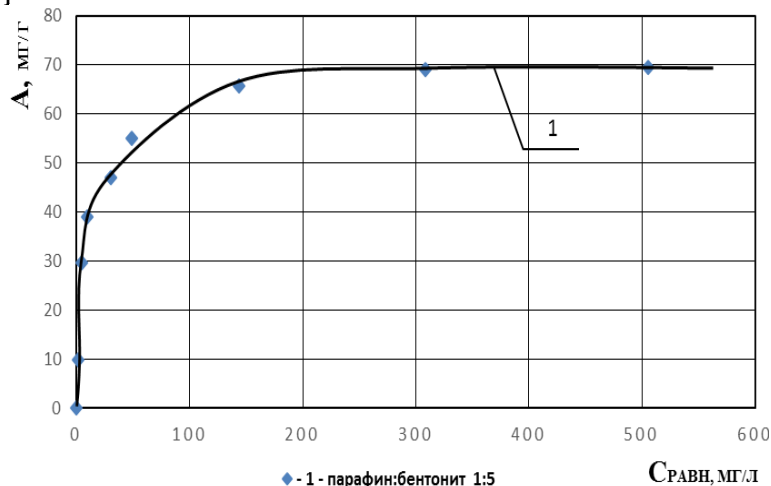


Рисунок 3 –Изотерма сорбции ионов меди материале из бентонита образца 6.9 с соотношением (бентонит:парафин:) (1:5)

Таким образом, установлено, что при очистке воды от ионов меди могут быть эффективно использованы материалы на основе активированных бентонитов.

ОПРЕСНЕНИЕ МОРСКОЙ ВОДЫ В АЛЖИРЕ МЕМБРАННЫМИ МЕТОДАМИ

Ельязид Ф. - аспирант, Сомин В.А. - к.т.н., доцент

Научный руководитель – д.т.н., профессор Комарова Л.Ф.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Рост населения и изменение его образа жизни, загрязнение природных вод, климатические флуктуации с частыми экстремальными явлениями приводят к повсеместному дефициту пресной воды в мире и Средиземноморском регионе в частности. Доступность пресной воды уже сейчас является проблемой во многих частях региона, особенно в сельском хозяйстве, которое потребляет от 60 % до 80 % воды. Ресурсы пресных поверхностных и подземных вод в странах северной Африки находятся практически на грани исчерпания, поэтому альтернативным решением может являться опреснение морской воды [1,2].

Опреснение воды практикуется достаточно давно, но не находило широкого применения из-за технологических ограничений, высоких капитальных и эксплуатационных затрат. Методы опреснения предполагают в основном использование двух технологий: выпаривание и мембранные процессы. Технологические достижения последних 30 лет значительно сократили капитальные затраты и потребление энергии, поэтому опреснительные проекты могут рассматриваться как альтернативные для решения проблем водоснабжения засушливых регионов. В настоящее время в мире насчитывается более чем 20000 опреснительных установок, около 50 % работают по принципу обратного осмоса (рисунок 1). Крупнейшие станции опреснения расположены в городах: Маста (Алжир) введен в эксплуатацию в 2014 году производительностью 500000 м³/сут и Ашкелон (Израиль) введен в эксплуатацию в 2005 году производительностью 320000 м³/сут [3].

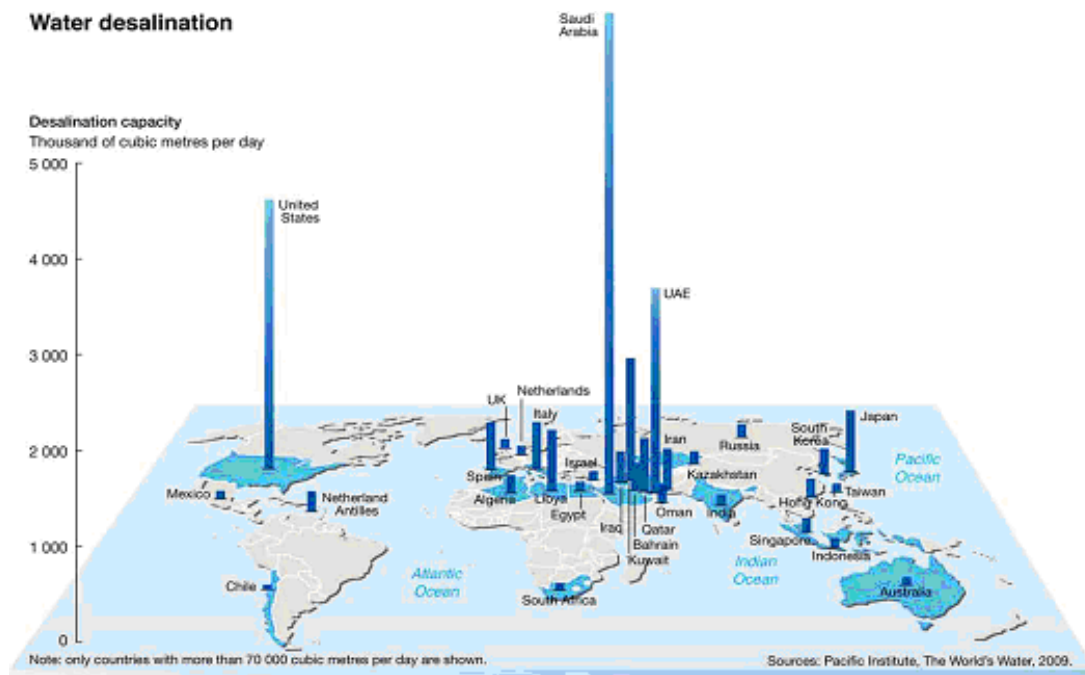


Рисунок 1 – Мощность опреснительных установок воды в мире

Объем забираемой воды у побережья Средиземного моря в северной Африке составлял в 2013 году около 37,4 млн м³/сут, при этом наметилась устойчивая тенденция к его увеличению и по прогнозам к 2030 году он может составить от 94 до 125 млн м³/сут. Поэтому проблемы опреснения воды для данного региона становятся одними из острейших и во многом определяют социально-экономическое положение.

Все мембранные процессы связаны с необходимостью предварительной обработки воды. Мембраны систем обратного осмоса чувствительны к засорению, что представляет собой существенный недостаток из-за отложений коллоидов, органического вещества и микроорганизмов, которые приводят к падению производительности и ограничению срока их службы. Поэтому опресняемая вода должна подвергаться предварительной обработке различными способами.

Обычно для такой обработки в настоящее время применяются физико-химические и механические методы (коагуляция, флокуляция, седиментация, фильтрация и др.). Первые сопряжены с высоким расходом энергии и реагентов, вторые связаны с большими капитальными затратами. Гибридные процессы, объединяющие мембранные и традиционные методы очистки воды, используются для получения питьевой воды из природной и служат, в частности, для защиты мембраны от концентрационной поляризации и от закупорки, которые приводят к снижению производительности процесса.

Настоящее исследование направлено на изучение двух гибридных процессов: коагуляции в сочетании с ультрафильтрацией с одной стороны, и адсорбции в сочетании с ультрафильтрацией с другой стороны (рисунок 2) с целью повышения производительности и эффективности ультрафильтрационной (УФ) и обратноосмотической (ОО) установки.

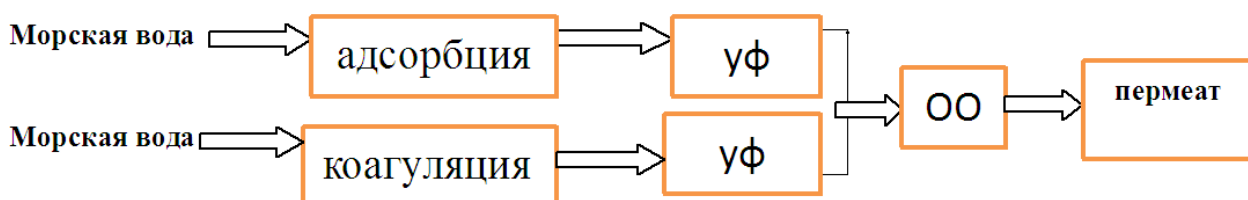


Рисунок 2 – Представление интегрированного подхода для реализации процессов опреснения

Исследования предполагают выявление механизмов засорения ультрафильтрационной мембраны, и предложение способов его ликвидации в процессе предварительной обработки морской воды. Для этого необходимо изучить предварительную обработку морской воды перед ультрафильтрацией и обратноосмотическим опреснением коагуляцией и адсорбцией в различных условиях эксплуатации и с разными коагулянтами и адсорбентами.

Список литературы:

1. Bremere, I., Kennedy, M., Stikker, A. and Schippers, J., (2001), How water scarcity will affect the growth in the desalination market in the coming 25 years, *Desalination*, 138, p 7-15.
2. UNEP-MAP-PAP/RAC (2009) Sustainable Coastal Tourism: An Integrated Planning and Management Approach. UNEP Sustainable Production and Consumption Branch and Priority Actions Programme (PAP RAC).
3. Medeazza, G.M., (2004), Water desalination as a long-term sustainable solution to alleviate global freshwater scarcity ? A North- South approach, *Desalination*, 169, 287-301.

РАЗВИТИЕ ФОТОВОЛЬТАИКИ В РОССИИ

Мицкий А.С. - магистрант, Сеселкин И.В. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ), к которым принято относить в основном энергию солнца, воды, ветра, биомассы, занимают все большую долю в мировом энергетическом балансе и обретают ключевое значение в социально-экономическом развитии более 100 государств, реализующих масштабные программы в области возобновляемой энергетики.

На сегодняшний день использование солнечной энергии – весьма приоритетное направление во всем мире. Одним из основных показателей, характеризующих динамику рынка солнечной энергетики, является суммарный объем установленной мощности солнечных электростанций, построенных и введенных в эксплуатацию. По состоянию на 2015 год этот показатель приблизился к 230 ГВт [1].

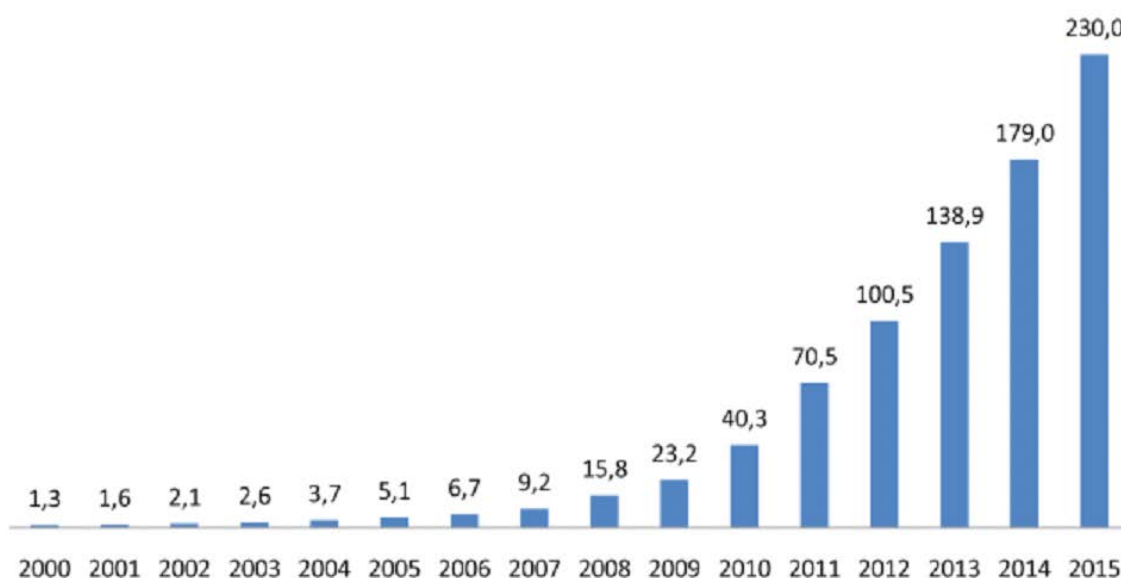


Рисунок 1 – Динамика развития фотовольтаики 2000 – 2015 годах

На рисунке 1 показан пятнадцатилетний период стремительного развития рынка солнечной энергетики. Объем вводов новой генерации в последние три года показывает стабильные индикаторы роста и свидетельствует о том, что этот сегмент возобновляемой

энергетики сохраняет свои уверенные позиции в энергетической политике стран-лидеров отрасли, таких как Германия, Китай, США, Япония, Италия.

Ввод большого объема солнечной генерации за последние десять лет до недавнего времени обеспечивал лидирующие позиции Германии, Италии, на территории которых введено 35,5 ГВт и 17,6 ГВт соответственно. Топ отрасли за последние три года пополнился Китаем, США, Японией благодаря реализации масштабных программ стимулирования солнечной энергетики (рисунок 2). За сравнительно небольшой промежуток времени в Китае было построено 18,3 ГВт солнечных электростанций, в Японии – 13,6 ГВт, в США – 12 ГВт [1].

Одна из самых крупных компаний в мире по производству солнечных батарей – Yingli Green Energy Holding Company Limited (Китай). За 2012 год ее прибыль составила более 120 млн. \$, при этом установлено солнечных модулей более чем на 2 ГВт. Среди ее продукции панели из монокристаллического кремния мощностью 245-265 Вт и поликристаллические кремниевые батареи мощностью 175 – 290 Вт.

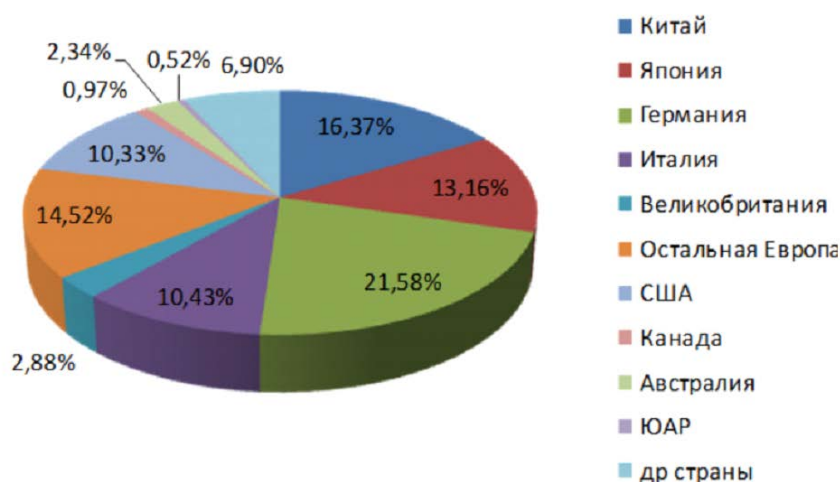


Рисунок 2 – Доля солнечной генерации по зарубежным странам с учётом суммарной установленной мощности

Американская компания First Solar производит тонкопленочные панели, объём выпуска которых за 2012 год составил около 3,8 ГВт.

Производственные мощности китайского гиганта Suntech Power Ко составляют примерно 1800 МВт в год. Около 13 млн. солнечных батарей в 80 странах мира – это результат труда этой компании.

Фотовольтаические панели производят из моно- и поликристаллов кремния, а также аморфного кремния. Помимо кремниевых солнечных батарей, существуют и их гибриды. Так, для большей стабильности элементов используют двухфазный материал, представляющий собой аморфный кремний с включениями нано- или микрокристаллов. По свойствам полученный материал сходен с поликристаллическим кремнием. Это панели на основе теллурида кадмия, селенида меди-индия, полимеров (полифенилен, углеродные фуллерены, фталоцианин меди). В настоящее время основу мирового производства солнечных панелей составляют элементы на кремнии – кристаллическом (41 %) и поликристаллическом (45 %) [2].

В нашей стране интерес к проблеме использования солнечной энергии возрос в 2010 году. Тогда руководство Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе предложило компании "Роснано" проект завода по концентраторной солнечной фотовольтаике. В качестве базовой технологии использована технология производства тонкопленочных фотоэлементов на основе микроморфного кремния, разработанная швейцарской компанией Oerlikon Solar. Следует отметить, что к.п.д. тонкопленочных фотоэлементов составляет всего 10 %.

Единственный Российский завод по производству солнечных тонкоплёночных элементов построен в Новочебоксарске в 2015 году компанией «Хевел». Предприятие расположено на территории в 12 га, оснащено современным оборудованием, в частности, установками КАИ и ТСО, предназначенными для нанесения микроморфного кремния и проводящих слоев оксида цинка. Мощность завода составляет 97,5 МВт солнечных панелей.

К 2017 году планируется модернизация оборудования и начало производства панелей по более новой технологии Heterojunctionwith Intrinsic Thinlayer (HJT) с улучшенным, примерно, до 20% к.п.д. тонкоплёночных фотоэлементов.

В планах компании – строительство солнечных электростанций (СЭС) суммарной мощностью более 500 МВт до конца 2018 года. Более 70 процентов комплектующих для СЭС планируется производить на территории России [3].

Сейчас, помимо ООО «Хевел», разновидности солнечных панелей выпускают несколько заводов: ОАО «Сатурн» и «Солнечный ветер» в Краснодаре, ЗАО «Телеком-СТВ» в Зеленограде, Рязанский завод металлокерамических приборов.

Завод по производству солнечных батарей из поликристаллического кремния строится на территории особой экономической зоны «Алабуга» (Татарстан) китайской компанией Amur Sirius. Предприятие предполагает начать выпуск солнечных батарей уже в июне 2016 года. Ежегодный объём производства составляет 330 тысяч энергетических модулей, общей мощностью 100 МВт.

Развитие фотовольтаики в России идет в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности» от 28 мая 2013 года, претерпевшего некоторые изменения согласно постановлению № 1210 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности» от 10 ноября 2015 года.

В настоящее время на территории Российской Федерации функционируют СЭС суммарной мощностью 60 МВт (мощность фотоэлектрических установок в Крыму составляет 227,3 МВт).

Наиболее развитыми регионами нашей страны в области солнечной генерации можно назвать Республику Алтай, Краснодарскую и Белгородскую области. Уже построены пять СЭС: по две в республике Алтай и Башкортостане и одна – в Оренбургской области. По планам Минэнерго, к 2020 году, в России должно быть введено 1,5 ГВт солнечной генерации [4].

Список использованных источников:

1. Электронный ресурс. Режим доступа <http://solarsoul.net> Заглавие с экрана. Дата обращения 15.03.2016
2. Энергетика в современном мире. Электронный ресурс. Режим доступа <http://myelectro.com.ua/?start=11>. Заглавие с экрана. Дата обращения 15.03.2016
3. Электронный ресурс. Режим доступа <http://www.hevelsolar.com/design/>. Заглавие с экрана. Дата обращения 15.03.2016.
4. Электронный ресурс. Режим доступа <http://expert.ru/ural/2015/47/o-sole-mio/>. Заглавие с экрана. Дата обращения 15.03.2016.

НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ДОБЫЧЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Буханцова М.А. – студент, Горелова О.М. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

По общему объему добычи золота в 2014 году Россия заняла второе место в мире. По данным Союза золотопромышленников, первое место принадлежит Китаю (15%), второе – России (9%), примерно вровень с Россией идет Австралия (8,9%), далее США – 6%, Перу, ЮАР, Канада – 5% [1]. Объем добычи золота в России вырос более чем в 2 раза по сравнению с 1995 годом. Отечественная золотодобывающая промышленность прошла несколько этапов развития: 1998 год – когда добыча золота была на рекордно низком уровне; начиная с 2008, 2009 года и по нынешний период – высокие темпы роста.

Объем добычи золота в Алтайском крае составил: в 2013 году – 1,5 т; в 2014 году – 0,7 т; 6 мес. 2015 года – 0,346 т.

Приоритеты развития минерально-сырьевой базы золота в Алтайском крае связаны с перспективной добычей коренного золота, прогнозные ресурсы которого составляют 670,6 т. Освоение данных запасов сдерживается относительно низкой геологической изученностью перспективных золоторудных объектов [2].

Практически все месторождения полезных ископаемых, в том числе и золота, сосредоточены в южной и восточной частях края. Они локализованы в Северо-Алтайском золотоносном поясе, имеющем общую площадь около 70 тыс. км² и располагающемся на юго-востоке Алтайского края.

Основными предприятиями по добыче золота на территории Алтайского края являются:

1. ООО «Золото Курьи», разрабатывает Новофирсовское месторождение в Курьинском районе по технологии кучного выщелачивания.

2. ООО АС «Поиск» разрабатывает Мурзинское месторождение в Краснощековском районе. Мурзинское золоторудное месторождение (бывший Демидовский рудник) разрабатывалось с XVIII века. Добыча золота ведется по технологии кучного выщелачивания.

3. ОАО «Сибирь-Полиметаллы», ведет освоение и разработку месторождений полиметаллических руд Алтайского края. Выпускаемая продукция - медь, цинк, свинец, золото, серебро в концентратах.

Значительные объемы добычи и перспективы ее роста не могут не учитывать экологическую обстановку региона. При обогащении золотой руды необходимо использовать технологии, минимизирующие нагрузку на окружающую среду.

Технологические схемы переработки золотоносных руд отличаются большим разнообразием. Выбор той или иной схемы зависит от многих факторов, из которых главными являются:

- характер золота в руде, прежде всего его крупность;
- вещественный состав руды;
- характер минералов, с которыми ассоциировано золото (обычно кварц или сульфиды);
- присутствие в руде других ценных компонентов;
- присутствие компонентов, осложняющих технологию обработки.

В технологический процесс извлечения золота из рудного сырья входят подготовительные (дробление, измельчение), обогащательные (гравитационное обогащение, флотация и т. д.) и металлургические (амальгамация, цианирование, плавка, обжиг и т. д.) операции. Выбранная технологическая схема должна обеспечивать высокое извлечение золота, комплексное использование сырья (т. е. попутное извлечение из руды других ценных компонентов), минимальные удельные затраты материальных, энергетических и трудовых ресурсов, минимальное загрязнение окружающей среды отходами производства.

Подавляющее большинство золотосодержащих руд, наряду с крупным золотом, содержит значительное, а иногда и преобладающее, количество мелкого золота, практически

не извлекаемого гравитационными методами и амальгамацией. Поэтому хвосты гравитационного обогащения и амальгамации, как правило, содержат много золота, представленного мелкими золотинами.

Основным методом извлечения мелкого золота является процесс цианирования. Сущность этого процесса заключается в выщелачивании благородных металлов с помощью разбавленных растворов цианистых солей щелочных или щелочноземельных металлов (KCN , NaCN , $\text{Ca}(\text{CN})_2$) в присутствии кислорода воздуха. Перешедшие в раствор золото и серебро осаждают цементацией металлическим цинком или сорбируют ионообменными смолами или активным углем.

Цианирование может проводится в чанах (чановое выщелачивание) или путем организации орошаемого рудного штабеля (кучное выщелачивание).

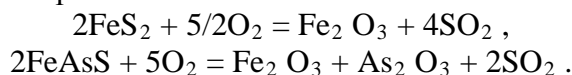
По своей сущности процесс кучного выщелачивания близок к процессу выщелачивания просачиванием. Он заключается в том, что руда, уложенная в виде штабеля (кучи) на специальном водонепроницаемом основании (площадке) орошается сверху цианистым раствором. При медленном просачивании раствора через слой руды происходит выщелачивание золота и серебра. Стекающий снизу раствор идет на осаждение благородных металлов. Как и выщелачивание просачиванием, кучное выщелачивание пригодно для переработки пористых проницаемых для цианистого раствора руд, а также таких руд, в которых золото сконцентрировано, в основном, на внутренней поверхности трещин и потому доступно действию цианистого раствора. Золото в руде должно быть достаточно мелкое.

Присутствие глинистых веществ снижает проницаемость кучи, замедляет выщелачивание и уменьшает извлечение золота. В таких случаях рекомендуется предварительно окомковать руду с небольшой добавкой цемента, цианида и щелочи.

Процесс кучного выщелачивания отличается простотой технологии, весьма низкими капитальными и эксплуатационными затратами. Вместе с тем извлечение золота и серебра этим методом невысокое.

Существенная интенсификация процесса выщелачивания достигается в присутствии бактерий. Например, тионовые бактерии *Thiobacillusferrooxidans* могут применяться для выщелачивания меди, никеля, цинка, мышьяка, кадмия, золота и других металлов. В России и Канаде разрабатываются технологии бактериального выщелачивания мышьяка и вскрытия тонковкрапленного золота из упорных золотосодержащих концентратов перед их цианированием. Это позволяет исключить дорогостоящий процесс обжига, загрязняющий атмосферу ядовитыми соединениями мышьяка.

Упорные руды характеризуются тонковкрапленным (субмикроскопическим) трудно вскрываемым золотом, присутствием минералов сурьмы, меди, мышьяка, двухвалентного железа, а также сульфидов и углистых сланцев. Они не перерабатываются обычным цианированием. Для пирротиновых, медистых и сурьмянистых руд рекомендуются добавки PbO_2 или $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, интенсивная аэрация и сравнительно низкая концентрация выщелачивающего раствора NaCN ; для углистых руд – многостадийные схемы цианирования с быстрым отделением продуктивных растворов от твердой части пульпы; для сульфидных и мышьяковистых руд – окислительный обжиг, в результате которого плотные зерна сульфидов переводят в пористый гематит:



Бактериальное выщелачивание позволяет решить проблему переработки труднообогащаемых руд. Этот же метод исключает использование токсичных реагентов. Микробиологическую добычу металлов зачастую заявляют, как наилучшую доступную технологию.

Несмотря на массу преимуществ, бактериальное выщелачивание имеет много ограничений при реализации, например, невозможность извлечения при низких температурах, что потребует обрабатывать руду в цеховых условиях, а это, в свою очередь, приведет к дополнительным затратам энергии и ресурсов, по сравнению с кучным

выщелачиванием. К тому же бактериальное выщелачивание позволяет сделать упорные руды пригодными для дальнейшей обработки, а это, как правило, цианирование.

Несмотря на использование высокотоксичных реагентов, кучное выщелачивание цианидами является одним из перспективных методов переработки руд.

При анализе использования земель, с одной стороны, предпочтительнее чановое выщелачивание, но в любом случае потребуется размещение хвостов, а это также потребует дополнительных территорий. При кучном выщелачивании отработанная руда остается в рудном штабеле, а дальнейшая рекультивация его обеспечит надежную изоляцию экотоксикантов.

В Алтайском крае в настоящее время производится переработка хвостов обогащения золотоизвлекательных фабрик (г. Змеиногорск), наработанных в первой половине 20 века. Применяемый при этом способ – кучное выщелачивание цианидом натрия. В данном случае будет получено лигатурное золото из отходов, снизится площадь хвостохранилищ, а также произойдет обезвреживание хвостов, поскольку из них будет извлечена ртуть, использованная ранее при амальгамном обогащении золотоносной руды.

Список использованных источников

1. Обзор золотодобывающей отрасли России за 2013-2014 годы. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.ey.com/>

2. Официальный сайт Алтайского края. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.altaregion22.ru/territory/info>.

РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Распопова А.В. – студент гр. ЭРПХ-21, Горелова О.М. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Металлургическая промышленность является базовой отраслью и вносит значительный вклад в экономику России. По экспорту металлопродукции Россия занимает третье место, уступая Китаю и Японии. Предприятия цветной металлургии сконцентрированы на Урале, Кольском полуострове и в Восточной Сибири.

Производство металлов негативно действует на все компоненты окружающей среды: производятся выбросы в атмосферу вредных веществ, сбросы недостаточно очищенных производственных вод, происходит образование твердых отходов, в виде шлаков, шламов и т.п.

Производство цветных металлов потребляет огромное количество пресной воды, образующиеся при этом сточные воды содержат канцерогенные вещества, соли тяжелых металлов, нефтепродукты и т.п. Сброс загрязненных металлургическими предприятиями сточных вод в водоемы, приводит к увеличению взвешенных частиц, повышению температуры воды, увеличению содержания токсичных веществ и нарушению биологических процессов.

При функционировании предприятий цветной металлургии образуются шлаки и шлам, содержащие большое количество металлов. В цветной металлургии РФ объем образования шлаков до 10 млн т ежегодно. Все это приводит к созданию отвалов, золоили шламонакопителей.

Наряду с охраной окружающей среды актуальна проблема энергосбережения предприятий. Как указывается в ФЗ № 261 от 23.11.2009 г. «Об энергосбережении и энергетической эффективности и о внесении изменений в законодательные акты Российской Федерации», проблема энергосбережения комплексная, она включает технические, экономические, технологические и экологические вопросы. Снижение потребления энергии,

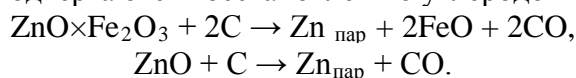
в тоже время, является радикальным способом сокращения негативного воздействия на окружающую среду.

Основным видом сырья для производства металлического цинка является сульфидный цинковый концентрат. Традиционный метод извлечения металла из руды – вельцевание.

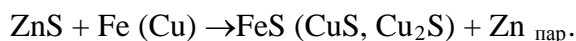
Цинксодержащее сырье (кек) загружается в вельц-печи. Температура в реакционной зоне печи достигает 1250–1350°C. В качестве восстановителя в процессе вельцевания и для предупреждения спекания шихты, а также как топливо, применяется коксовая мелочь.

Металлический цинк по сравнению с его соединениями имеет наибольшую упругость пара. Температура кипения цинка при давлении 0,1 МПа (1 атм) – 906 °С. Сульфид цинка имеет гораздо более низкую упругость пара, а окись цинка при температурах вельцевания практически не летуча, однако, она легко восстанавливается углеродом и его окисью до металла, который и переходит затем в газовую фазу. Цинк в кехах, поступающих на вельцевание, содержится в форме ферритов, сульфида, частично силикатов, сульфата и небольшого количества свободной окиси. Основными реакциями, определяющими переход цинка в возгоны, являются восстановление его окиси, силикатов и ферритов.

Феррит и оксид цинка подвергаются восстановлению углеродом по реакциям:



Часть цинка может быть переведена в возгоны при взаимодействии сульфида цинка с металлическим железом и медью:



Также выделение цинка происходит гидрометаллургическими приемами с последующим электролизом.

Вельцевание – это метод пирометаллургии и для него характерна высокая энергоемкость. Реагентное выщелачивание металла в большей степени соответствует требованиям энерго- и ресурсосбережения, однако при этом применяются экотоксичные среды и требуются большие объемы воды.

В настоящее время активно изучаются процессы микробиологии применительно к извлечению меди и цинка из руды. В процессе биологического выщелачивания происходит избирательное извлечение ценных компонентов посредством их растворения микроорганизмами в водной среде. Наиболее целесообразным экологически и экономически является чановое бактериальное выщелачивание.

Достаточно широкое распространение биовыщелачивание получило при переработке неотвалных хвостов обогащения.

Биовыщелачивание цинка идет в присутствии трехвалентного железа, которое образуется в результате окисления закисного железа бактериями. Микроорганизмы, предназначенные для выщелачивания металлов из отработанных руд, должны обладать устойчивостью к действию ионов этих металлов. Для роста биомассы необходимы следующие условия:

- жизнеспособный посевной материал;
- источники энергии и углерода;
- все остальные питательные вещества, необходимые для роста биомассы;
- отсутствие ингибиторов роста;
- соответствующие физико-химические условия (температура, рН и т.д.). Оптимальной считается среда с рН=6,5-7,5.

Для выщелачивания концентрата используют железоокисляющую ассоциацию хемолитрофных бактерий, так же применяются бактерии *Acidithiobacillusferrooxidans*. Важным фактором для микробиологических процессов является температура. Оптимальная температура для штамма *Acidithiobacillusferrooxidans* от 25°C до 30°C. Питательным ресурсом для микроорганизмов служит углекислый газ. Продолжительность цикла биоокисления, в зависимости от состава концентрата, 4 суток и более.

Данный метод извлечения имеет ряд преимуществ, он является простым и относительно дешевым, менее вредным для окружающей среды.

Бактериальное выщелачивание меди и цинка отнесено к наилучшим доступным технологиям. Использование данного метода при извлечении металла из руды, а также переработка с помощью него отходов обогащения позволит снизить на металлургических предприятиях энерго- и ресурсопотребление, что в свою очередь уменьшит нагрузку на окружающую среду.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АСБЕСТО-УГОЛЬНЫХ АДСОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Заречнева И.А. – студент гр. ЭРПХ-21, Горелова О.М. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время одной из важных нерешенных экологических проблем является проблема загрязнения водных объектов промышленными сточными водами, содержащими ионы тяжелых металлов.

Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдение за которыми обязательно во всех средах. Роль тяжелых металлов как токсикантов окружающей среды с каждым годом возрастает. В водоемы они поступают из естественных источников (горных пород, поверхностных слоев почвы и подземных вод), со сточными водами многих промышленных предприятий и атмосферными осадками, которые загрязняются дымовыми выбросами. В отличие от органических загрязняющих веществ, подвергающихся процессам разложения, металлы способны лишь к перераспределению между отдельными компонентами водных систем.

В настоящее время разработано много способов очистки промышленных стоков. Наиболее распространенными на предприятиях РФ являются реагентный и сорбционный методы очистки. Реагентный метод основан в основном на осаждении ионов тяжелых металлов в виде гидроксидов в сравнительно узкой области pH с помощью специально подобранных химических реагентов. К недостаткам данного метода можно отнести сравнительно высокую стоимость используемых реагентов: флокулянтов, коагулянтов, восстановителей, гидроксидов металлов и других. Получаемый в ходе очистки осадок (шлам) отличается высокой степенью токсичности, что требует специальных мер захоронения и приводит к дополнительным материальным затратам. Сорбционный метод, основанный на контактной сорбции загрязнителей на развитой поверхности адсорбентов, обеспечивает более высокую степень очистки, чем реагентный. Достоинствами этого метода является высокая производительность, простота аппаратного оформления, возможность очистки сточных вод с широким интервалом концентраций загрязнителей.

Адсорбенты должны обладать рядом качественных и количественных показателей: значительной адсорбционной ёмкостью, олеофильностью, гидрофобностью, химической и термической стойкостью, плавучестью (для очистки поверхности воды), возможностью регенерации. Также сорбенты должны быть экологически безвредными и сравнительно недорогими.

На сегодняшний день в мире производятся и используются различные адсорбенты для очистки воды. Широкое применение в практике сорбционной очистки находят угли. В виду ряда достоинств природных материалов (доступность, дешевизна, наличие достаточных сырьевых ресурсов, нетоксичность) целесообразно производство адсорбентов на их основе.

Углеродсодержащие адсорбенты характеризуются большим диапазоном размеров пор, высокой удельной поглощающей поверхностью. Поэтому активированный уголь при фильтрации воды легко извлекает вещества с разной молекулярной массой: от молекул йода до нефтепродуктов, масел, хлорорганических соединений.

Для производства углеродсодержащих сорбентов применяют разнообразное сырье. Самыми распространенными исходными материалами считают древесину, каменный уголь, скорлупу кокосового и кедрового орехов. При этом рациональным является использование ресурсов, запасы которых имеются в соответствующем регионе.

В данной работе рассматривается испытание новых сорбционных материалов, полученных на основе растительных остатков. Цель работы – определение сорбента, обладающего наибольшей сорбционной емкостью по отношению к ионам меди.

При получении адсорбентов использовались скорлупа кедрового ореха (СКО), щепка осины, березы и бука. Древесные отходы подвергались карбонизации на лабораторной пиролизной установке. Также при создании сорбентов в сырьевую смесь вводили минеральные добавки, такие как хризотилловый асбест и базальтовое волокно.

Для повышения сорбционных свойств для нескольких образцов на основе СКО использовалась химическая активация путем обработки скорлупы 10%, 20% и 30% масс. раствором гидроксида натрия.

Установленным требованиям в большей степени соответствовали органоминеральные адсорбенты, содержащие асбест хризотилловый. Максимальная сорбционная емкость по ионам меди в статических условиях для материалов из СКО, активированной 20% раствором NaOH, и асбеста (70 % масс.) составила 38 мг/г. Из всех изученных образцов наилучшую сорбционную способность (78 мг/г) проявил адсорбент, полученный из щепки осины и асбеста (70 % масс.).

В работе рассматривалась возможность регенерации сорбентов 0,1N раствором HCl. Было установлено, что десорбция происходит, но необходимо использовать более концентрированную кислоту, иначе потребуется ее большой расход и содержание меди в регенерационных растворах будет низким.

Дальнейшие исследования целесообразно посвятить изучению сорбционных свойств материалов по отношению к нефтепродуктам.

Создание высокоэффективных и универсальных адсорбентов для очистки воды на основе растительных отходов позволит при относительно невысоких затратах улавливать экотоксичные примеси, что уменьшит их поступления в водоемы.

ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЕНТОВ ПРИ КАРБОНИЗАЦИИ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Голопапа В.Э. – студент гр. ЭРПХ-21, Горелова О.М. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Промышленное и сельскохозяйственное производства сопровождаются образованием значительного объема отходов. Растительные остатки при размещении требуют больших площадей, а при хранении могут воспламеняться. В тоже время, известно множество путей использования отходов растительного происхождения.

Целью работы является получение органоминеральных угольных сорбентов с заданными свойствами для очистки воды из растительных остатков.

Защита водных объектов от загрязнения - весьма актуальная задача, при решении которой требуется применения новых технологий, материалов и др. Органоминеральные сорбенты применяются для водоподготовки, очистки сточных вод и газообразных выбросов:

- на атомных электростанциях они востребованы при очистке сточных вод и газов от радиоактивных элементов;
- на нефтедобывающих и перерабатывающих предприятиях органоминеральные сорбенты применяются для извлечения из сточных вод продуктов нефтепереработки;
- для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, как с водных, так и из почвенных поверхностей.

В Сибирском регионе перспективным сырьем для производства угольных сорбентов являются скорлупа кедрового ореха (СКО), щепа и опилки лиственных пород деревьев.

Стенки клеток скорлупы кедрового ореха пронизаны множеством поровых каналов, и эти каналы сильно ветвятся. Наличие в скорлупе трехмерного углеродсодержащего каркаса, образуемого стенками клеток и полых областей, соединенных каналами, позволяет предполагать возможность развития в процессе термообработки микропористой текстуры, однородной по всему объему. Скорлупа – это крупнотоннажный отход, утилизируемый в малой степени.

То же можно сказать и об отходах деревообработки. Щепа и опилки лиственных пород деревьев, таких как осина, береза, клен и бук, доступны и имеют невысокую стоимость. Обычно опилки и щепа этих деревьев используются как топливо для отопления жилых и производственных помещений, либо для производства древесных плит – древесноволокнистых плит (ДВП), древесно-стружечных плит (ДСП), цементно-стружечных плит (ЦСП), арболита и прочих строительных материалов.

Буковая щепа активно используется в пищевом производстве для копчения мяса, рыбы, сыров. При этом очень важен фракционный состав щепы, поэтому после измельчения древесины выделяется товарная фракция, а отсев является отходом.

Угольные сорбенты широко используются для поглощения нефтепродуктов, но нежелательным процессом при этом может быть воспламенение сорбата и сорбента. В воздушной атмосфере окисление углей начинается при температурах выше 250°C. Однако известны случаи пожаров при более низких температурах. Для уменьшения горючести углей, а также возможного увеличения сорбционной емкости, к растительным остаткам перед карбонизацией добавлялись:

- асбест хризотилковый (ГОСТ 12871-93*);
- волокно базальтовое.

Хризотилковый асбест представляет собой минерал волокнистого строения. Основным компонентом его является гидросиликат магния. Основные свойства: теплоустойчивость, кислото- и щелочестойкость. Также асбест имеет хорошо развитую удельную поверхность и способен адсорбировать воду.

Базальтовое волокно — материал, получаемый из природных минералов путём их расплава и последующего преобразования в волокно без использования химических добавок. Материалы на основе базальтового волокна обладают следующим важными свойствами: пористость, температуростойкость, паропроницаемость и химическая стойкость.

Карбонизация сырьевых образцов растительных отходов и их смесей с минеральными добавками проводилась на лабораторной пиролизной установке, состоящей из реактора, снабженного электрообогревом и устройством для контроля и регулирования температуры процесса, конденсатора и сборника для пироконденсата.

Выход угля-сырца при карбонизации древесины осины и березы составлял 29-35 % масс., а буковой щепы и СКО – 31-37 % масс. Внесение минеральных добавок увеличивало долю твердого остатка. В процессе термолиза смеси древесины (скорлупы) и асбеста наблюдалась дегидратация последнего. Также следует отметить, что наличие в сырье минеральных добавок отражалось на интенсивности окраски пиролизной смолы. Как правило, пиролиз растительного сырья сопровождался выделением смолы коричневых оттенков, а при внесении волокна, а, особенно, асбеста, конденсат был бледно-желтый.

Данные наблюдения могут показывать способность волокнистых материалов при пиролизе поглощать продукты разложения древесины с дальнейшим образованием на волокнах углеродистого слоя, обладающего сорбционной активностью.

Изучение и сравнение сорбционных свойств полученных угольных и органоминеральных адсорбентов: сорбционной активности по йоду и сорбционной емкости по ионам меди, подтвердило предположение о том, что совместный термолиз минерального и органического сырья позволяет получить материал с большей сорбционной емкостью, в

отличие от угля-сырца и асбеста. Сорбенты на основе СКО (щепы) и базальтового волокна не отличались особой сорбционной активностью.

Побочным продуктом карбонизации является пиролизный горючий газ, он может быть использован как топливо, что способствует энергосбережению.

Еще одним побочным продуктом в предлагаемой технологии является пироконденсат, представляющий собой эмульсию из отстойной смолы и водного слоя, с непостоянным химическим составом. Отстойную смолу можно использовать в качестве модификатора битума в производстве дорожных асфальтобетонных смесей. Водонерастворимая смола пиролиза повышает устойчивость асфальта к термоокислительной деструкции и способствует образованию плотной, низкопористой структуры. Водорастворимые органические соединения надсмольной воды можно рекомендовать для поверхностной обработки минеральной части бетона.

В результате проведенных исследований были получены новые угольно-асбестовые сорбенты, сорбционная активность по йоду у которых сравнима с активностью активированных углей, выпускаемых промышленностью. Новые органоминеральные сорбенты отличаются прочностью, плавучестью, способностью поглощать как высокомолекулярные нефтепродукты, так и ионы металлов. Использование растительных отходов для получения сорбентов и утилизация образующихся побочных продуктов делают процесс энерго- и ресурсосберегающим.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕШЛАМА

Валько Е.Н. – студент, Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

На современном этапе развития технологии нефтедобычи при эксплуатации нефтяных месторождений образуются большие объемы отходов, накапливающихся в шламовых амбарах. В процессе эксплуатации амбары заполняются буровыми и тампонажными растворами, буровыми сточными водами и шламом, пластовыми водами и пр. Процентное соотношение компонентами отходов шламовых амбаров может быть самое разнообразное в зависимости от геологических условий добычи, технического состояния оборудования [1].

В таблице 1 представлен усредненный состав отходов нефтедобычи.

Таблица 1 - Состав отходов нефтедобычи

Компоненты отходов	Состав отходов, т/год
Вода	314,00
Шлам	150,00
Нефть	29,60
Бентонит	2,80
ПАВ	0,07
Сода кальцинированная	0,04
Сода каустическая	0,15
Графит	0,15
Барит	0,10
Цемент	0,72

Нефтяная часть шлама представлена в основном парафино-нафтеновыми углеводородами – 41,8 % масс., из них 20% масс. – твердые парафины, асфальтены – 5,6% масс.; смолы – 19,2 % масс., полициклические ароматические углеводороды – 20,1 % масс.

Нефтесодержащая часть отходов распределяется в шламовом амбаре следующим образом: от 7% до 10 % нефтеуглеводородов сорбируется на шламе, от 5% до 10% находится

в эмульгированном и растворенном состоянии, остальные углеводороды находятся на поверхности амбара в виде пленки. Неорганическую часть составляют в основном окислы кремния и железа (песок, продукты коррозии), небольшие количества (менее 1%) соединений алюминия, натрия, цинка и других металлов. Строительство амбаров представляет собой процесс выемки грунта и обвалование полученного котлована, при чем гидроизоляция дна и стенок амбара не производится. При такой конструкции амбаров невозможно избежать фильтрации жидкой фазы и попадания ее на окружающий ландшафт. Таким образом ликвидация шламовых амбаров с последующим обезвреживанием и утилизацией бурового шлама является весьма актуальной задачей для нефтедобывающих предприятий.

На рисунке 1 представлена принципиальная технологическая схема переработки отходов бурения.

Технологии переработки нефтешламов можно разделить на следующие группы:

- термические - сжигание в открытых амбарах, печах различных типов, получение битуминозных остатков;
- физические - захоронение в специальных могильниках, разделение в центробежном поле, вакуумное фильтрование и фильтрование под давлением;
- химические - экстрагирование с помощью растворителей, отверждение с применением (цемент, жидкое стекло, глина) и органических (эпоксидные и полистирольные смолы, полиуретаны и др.) добавок;

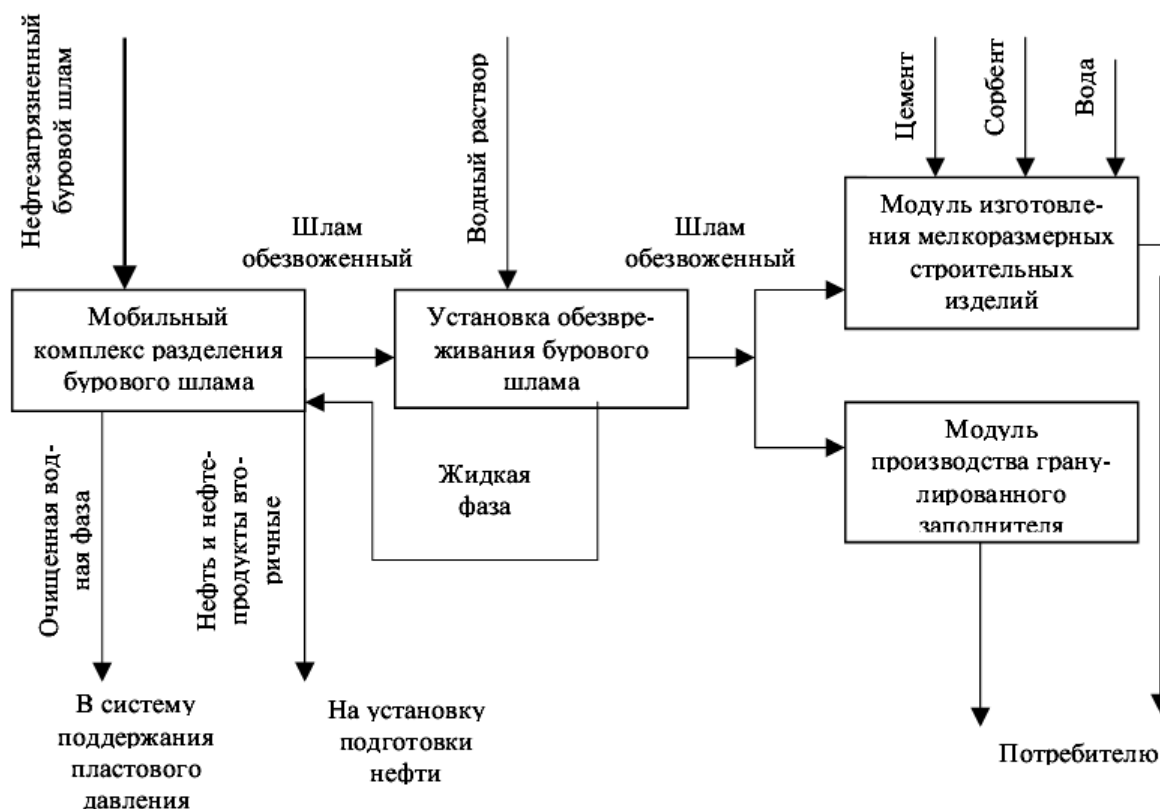


Рисунок 1 - Принципиальная технологическая схема переработки отходов бурения

- физико-химические - применение специально подобранных реагентов, изменяющих физико-химические свойства, с последующей обработкой на специальном оборудовании;
- биологические - микробиологическое разложение в почве непосредственно в местах хранения, биотермическое разложение.

Среди термических методов наиболее перспективным является пиролиз.

Пиролиз является достаточно изученной и эффективно применяемой в различных странах технологией переработки нефтесодержащего сырья в газообразные и жидкие

продукты горения. Впервые он был применен в конце 19 века для получения осветительного газа из керосиновой фракции нефти.

Сейчас пиролиз используется для переработки твердых органических отходов, нефтешламов и продуктов бурения. В его основу положен процесс разложения органического сырья на низкомолекулярные составляющие при воздействии высоких температур. Процесс может протекать как в условиях отсутствия воздуха, так и при его ограниченном доступе.

Для переработки нефтешламов могут быть использованы установки «Пиротекс» [2].

Пиролизная установка «Пиротекс» представляет собой оборудование, работающее с использованием метода закрытого пиролиза, предназначенное для переработки и утилизации резиносодержащих и полимеросодержащих отходов, нефтешламов и отработанных масел в жидкое топливо.

Список использованных источников:

1. Ягафарова Г.Г., Барахнина В.Б. Утилизация экологически опасных буровых отходов// [Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело»](#), 2006. № 1. С. 38.
2. ООО «Технокомплекс». Официальный сайт [Электронный ресурс] //Режим доступа: <http://www.tkomplex.ru/ru> – Загл. с экрана.

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Бякина Д.А. - студент

Новосибирский государственный технический университет (г. Новосибирск)

Безопасное обращение с отходами производства и потребления относится к основным экологическим проблемам современного общества. Образующиеся отходы являются источником загрязнения окружающей среды, способствующим распространению опасных веществ, в том числе токсичных, которые отрицательно влияют на здоровье населения. Проблема переработки образующихся твердых отходов у населения и на промышленных предприятиях является актуальной для всех регионов Российской Федерации.

Город Новосибирск занимает третье место в России по численности населения, которое составляет более 1,5 млн. человек. При этом наблюдается тенденция к росту жителей за счет миграции сельского населения, а также с территории соседних субъектов РФ.

Город Новосибирск является крупным [промышленным](#) центром. Ведущими отраслями промышленности являются [энергетика](#), газоснабжение, водоснабжение, [металлургия](#), металлообработка, [машиностроение](#) и другие отрасли промышленности.

По статистическим данным на территории Новосибирской области образуется 3860 тыс. тонн отходов в год [1].

Структура отходов, образующихся в Новосибирской области представлена на рисунке 1.

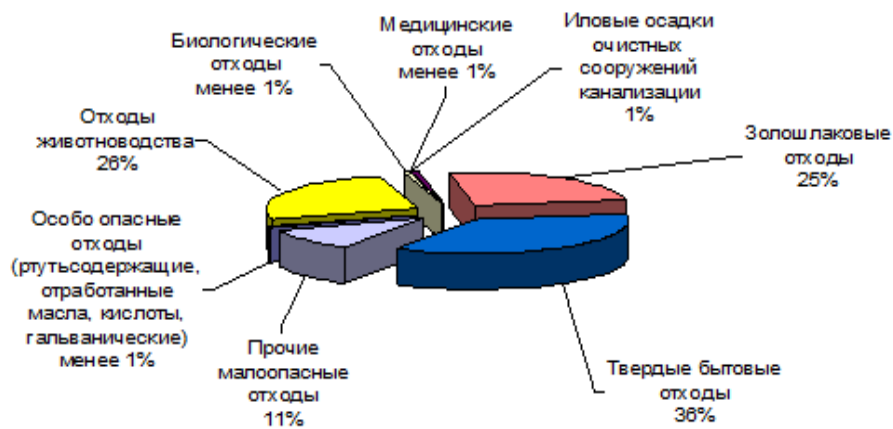


Рисунок 1 - Структура образующихся отходов в Новосибирской области

Анализ источников образования отходов показывает, что сходные виды отходов образуются в процессе производства и потребления как предприятий, так и населения. Однако в соответствии с действующим законодательством вопросы обращения с отходами большей частью решены в отношении юридических лиц.

Действующая система сбора и утилизации отходов не вовлекает в оборот отходы, образующиеся у населения (кроме коммунальных). К таким отходам относятся отработанные энергосберегающие лампы, элементы питания, пластиковые отходы и пр.

Обращение с отходами физических лиц регулируется федеральным законодательством только для собственников многоквартирных домов в части передачи ТБО на захоронение на муниципальных полигонах. Обязанности частных домовладельцев в сфере обращения с отходами существующими правовыми актами не установлены. В результате возникает проблема организации сбора, вывоза отходов для жильцов частной жилой застройки, отходы зачастую размещаются ими в несанкционированных местах.

Целесообразно организовать места сбора отходов, представляющих ценность как вторичные материальные ресурсы (отходы полиэтиленовой бутылки, полиэтиленовой пленки, алюминиевой банки, макулатура, картон, стеклотара, тряпье, пластмасса и др.). Рассортированные отходы в последующем могут направляться на перерабатывающие предприятия. В муниципальных районах Новосибирской области вторичные материальные ресурсы в основном не собираются и не перерабатываются. Предприятия по глубокой переработке твердых бытовых отходов (ТБО) на территории Новосибирской области отсутствуют, что не позволяет уменьшать объемы захоронения отходов и вовлекать в оборот вторичное сырье.

Большинство полигонов бытовых отходов, размещенных в Новосибирской области, имеют небольшую остаточную емкость. С учетом того, что они расположены в муниципальных районах с высокой плотностью населения, создание новых полигонов повлечет изъятие востребованных на другие цели земель.

В настоящее время на территории Новосибирской области существует 1060 объектов размещения ТБО, в том числе: 12 полигонов ТБО, эксплуатирующихся организациями, имеющими лицензии на деятельность по обращению с отходами, 727 санкционированных мест размещения отходов, и 321 несанкционированное место размещения отходов, число которых в процессе контрольной работы природоохранных органов постоянно увеличивается.

На сегодняшний день практически не существует отходов, которые нельзя было бы переработать. Разработаны механические, гидродинамические, физико-химические, химические, биохимические процессы, используемые при утилизации и обезвреживании различных отходов: металлолома, в том числе изношенных автомобилей и отработанных аккумуляторов; пластмасс; искусственной кожи; резин, в том числе автопокрышек;

текстильных и древесных отходов; макулатуры; отработанных минеральных масел; различных жидких и пастообразных отходов [2].

В большинстве населенных пунктов действует самая простая и малоэффективная схема сбора и движения нераздельно собираемых отходов - все они образуют один поток, направляемый на захоронение. Для создания системы прогрессивного сбора отходов, развития отходоперерабатывающего кластера необходимо внедрение раздельного сбора отходов от населения. В рамках программы методом, стимулирующим раздельный сбор отходов от населения, является государственная поддержка организаций, осуществляющих основную деятельность в сфере обращения с отходами, образующимися у населения.

В странах с хорошо налаженной системой раздельного сбора опасных бытовых отходов, как правило, используется комбинация двух методов. Первый метод предполагает собирать отходы муниципальными и специализированными организациями, которые устанавливают специальные контейнеры на площадках для сбора мусора по месту жительства, либо организуют вывоз отходов несколько раз в год в заранее оговоренные сроки или по заявкам населения. Во втором случае население само доставляет опасные отходы в контейнеры, установленные в магазинах или специально отведенных местах. Организованная таким образом система селективного сбора позволяет практически полностью исключить попадание опасных отходов в места захоронения и переработать либо обезвредить их безопасными для окружающей среды методами.

Примером сбора вторичных ресурсов и опасных отходов от предприятий и населения и доставки их на площадки в г. Новосибирске являются передвижные пункты приема – «Экомобили». Всего в области приобретено 32 «Экомобилия» для сбора ртутьсодержащих, гальванических, биологических, медицинских отходов, отработанных автопокрышек, моторных масел, бытовой и оргтехники, макулатуры, пластика и их транспортировки к месту утилизации [3].

В настоящий момент «Экомобили» работают в г. Искитиме и г. Новосибирске, Барабинском, Карасукском и Тогучинском районах.

Муниципальными «Экомобилиями» в 2013 году собрано 14 тыс. ед. ртутьсодержащих отходов (люминесцентные лампы, термометры), 79 тонн биологических отходов.

Обязательным условием для организации раздельного сбора опасных отходов является активное участие в нем населения, которое достигается экологическим просвещением жителей и применением различных экономических стимулов.

В целях развития прогрессивной системы сбора опасных отходов, а также формирования рынка вторичных ресурсов работает Единая диспетчерская служба по приему отходов от населения. Жители Новосибирска, Искитима, Бердска, Кольцово, Краснообска и Оби, позвонив по номеру 8-800-200-83-03, могут получить консультацию и сделать заявку на вывоз неработающей оргтехники, умерших домашних животных, узнать контактную информацию о стационарных пунктах приема биологических, медицинских отходов, автомобильных масел, отработанных энергосберегающих лампочек, термометров, ртутных ламп, батареек, автошин, вышедшей из строя оргтехники, просроченных продуктов питания и других видов отходов.

В настоящее время в Новосибирской области действует целевая программа «Охрана окружающей среды» на 2015-2020 годы [4].

В рамках решения задачи по предупреждению и снижению негативных последствий, вызванных загрязнением окружающей среды биологическими и прочими опасными видами отходов, включая несанкционированное размещение отходов, в рамках данной программы планируется:

- к концу 2020 года увеличить долю обезвреженных ртутьсодержащих отходов, образующихся у населения, от количества ртутьсодержащих отходов, образующихся у населения Новосибирской области, до 78%;

– к концу 2020 года увеличить долю утилизированных отработанных автошин, образующихся у населения и организаций, от количества отработанных автошин, образующихся в Новосибирской области, до 40%;

– к концу 2020 года увеличить долю утилизированных отходов электронного оборудования, образующихся у населения, от количества отходов электронного оборудования, образующихся у населения Новосибирской области, до 75%;

– ликвидировать 100% от заявленного количества несанкционированных мест размещения отходов.

Реализация государственной программы окажет существенное влияние на достижение целей государственной политики, в т.ч. по повышению экологичности экономики Новосибирской области.

Список литературы:

1. Долгосрочная целевая программа «Развитие системы обращения с отходами производства и потребления в Новосибирской области на 2012-2016 годы», утверждена постановлением Правительства Новосибирской области от 28.09.2011 № 413-п.

2. Экологически безопасное обращение с отходами. Монография / Л. Н. Бельдеева, Ю. С. Лазуткина, Л. Ф. Комарова; М-во образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Алтайский гос. технический ун-т им. И. И. Ползунова". Барнаул, 2012. (3-е изд., перераб. и доп.) - 180 с.

3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2013 году», Новосибирск, 2014. - 220 с.

4. Постановление Правительства Новосибирской области от 28.01.2015 № 28-п «Об утверждении государственной программы Новосибирской области «Охрана окружающей среды» на 2015-2020 годы».

РАЗВИТИЕ ВЕТРОЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

Шевченко Е.С. – магистрант, Сеселкин И.В. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

По данным Global Wind Energy Council, установленные мощности ветроэлектрических установок (ВЭУ) в мире по итогам 2015 года составили 432,4 ГВт (рис. 1).

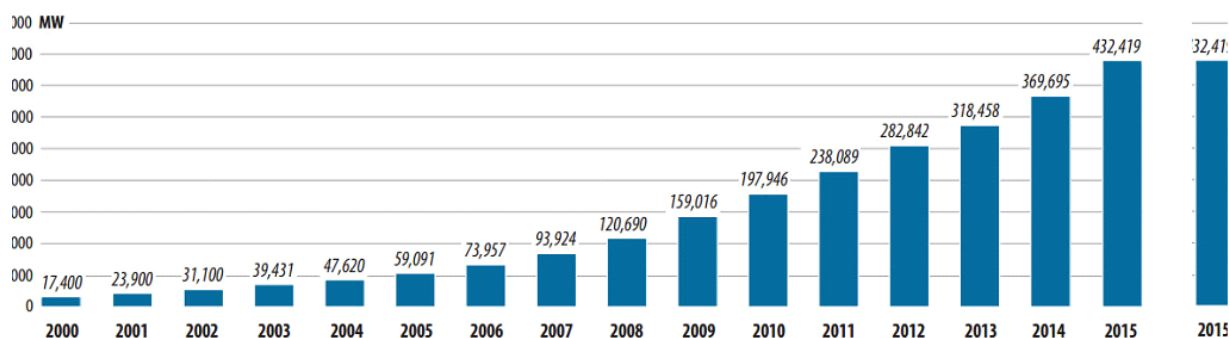


Рисунок 1 – Установленная мощность ветряных электростанций в мире

В Дании в 2014 г. доля ветроэнергетики в производстве электричества составила почти 40%, в Испании и Португалии – более 20%, в Ирландии – около 20%, Великобритании – 9%, Германии – 8,6% , Китае – 2,8% .

В 24 странах мира установленная мощность национальной ветроэнергетики превышает 1 ГВт.

Все страны БРИКС, кроме России, переживают бум ветроэнергетики. Упомянутый Китай – мировой лидер, как по темпам роста, так и по установленной мощности. Бразилия

ввела в 2014 г. 2,5 ГВт – четвертый показатель в мире за этот год, Индия – 2,3 ГВт, и по установленной мощности (22,5 ГВт) занимает в мировой таблице пятое место. Южная Африка за один только 2014 г. нарастила мощность с 10 до 570 МВт.

Масштабы сегодняшних перемен в энергетике хорошо демонстрирует еще одно сравнение: построенные за один лишь 2014 г. мощности мировой ветроэнергетики превышают совокупную установленную мощность российских ГЭС и в два раза больше всех действующих атомных электростанций Российской Федерации.

Доминирующие мировые позиции в ветроэнергетике занимает Китай, который устанавливает более 20 ГВт ветрогенераторов ежегодно. По разным оценкам, установленная мощность китайских ветрогенераторов по итогам 2020 может составить 250 или даже 280 ГВт, то есть превысить по этому показателю всю российскую энергетику. Следует отметить и успехи Китая в сфере инжиниринга ветряных электростанций. Китайские специалисты развивают не только собственно возобновляемую энергетику, но и соответствующее машиностроение. Это позволяет им экспортировать продукцию и услуги. Так, китайская компания Envision недавно получила заказ на строительство крупнейшего ветропарка в Мексике на 600 МВт [1]. Следует отметить, что Китай принял программу перехода к 2050 году на использование энергии, на 86% вырабатываемой ВИЭ, и пока она постепенно воплощается в жизнь.

По данным Европейской ассоциации ветроэнергетики (The European wind energy association – EWEA) к 2030 году ветроэнергетика может обойти уголь и газ и стать крупнейшим источником производства электроэнергии в Европе. Прогнозируется, что прирост ветроэнергетических мощностей в ЕС до 2020 может составить 70 ГВт. В силу того, что здесь не ожидается существенного роста потребления электроэнергии, новая ветрогенерация будет в первую очередь замещать выбывающие атомные (Германия) и угольные электростанции.

Мировые бренды по производству устройств для преобразования силы ветра в электрическую энергию принадлежат странам, в которых развитие этого источника возобновляемой энергии является задачей государственной важности. Передовыми производителями в этой отрасли являются компании: Vestas (Дания); GE Wind (США); Sinovel, Goldwind, Envision, United Power (Китай); Enercon, Simens Wind (Германия), Gamesa (Испания). Эти компании занимаются выпуском турбин мощностью от 0,8 до 7,5 МВт. Американские ветрогенераторы General Electric имеют максимальную мощность 3,6 МВт [2].

Очередное исследование Bloomberg new energy finance за II квартал 2015 г. показывает, что материковая ветроэнергетика уже «полностью конкурентоспособна с газовой и угольной в некоторых частях мира». В Китае приведенная стоимость производства электричества (LCOE – основной показатель для сравнения энергетических проектов) в угольной генерации составляет \$44 за 1 МВт*ч, в ветроэнергетике – \$77, в солнечной – \$109, а вот «газовое электричество» стоит \$113 за 1 МВт*ч. В Германии LCOE материковой ветроэнергетики оценивается в \$80 за 1 МВт*ч, газовой – \$118, угольной - \$106.

Возможности России в генерации ветровой энергии (которые в настоящее время практически не используются) оцениваются в 30% от общего электроэнергетического потенциала страны. Суммарный показатель мощности ветропарков России, который планируется достигнуть к 2020 году составляет 3 ГВт.

В настоящее время крупнейшие ветропарки России расположены в Крыму (общей мощностью около 60 МВт), в Калининградской области (5 МВт), на Чукотке и в Башкортостане (по 2,2 МВт). В различной степени готовности находятся проекты ветроэлектростанций мощностью от 30 до 70 МВт в Ленинградской, Калининградской областях, в Краснодарском крае, в Карелии, на Алтае и Камчатке.

В самом ближайшем будущем планируется строительство ветропарка мощностью 35 МВт в Ульяновске. В июне 2016 года Российская ассоциация ветроиндустрии планирует провести конкурс проектов ветропарков суммарной мощностью 1,6 ГВт [3].

Энергетические ветровые зоны в России расположены в основном на побережье и островах Северного Ледовитого океана от Кольского полуострова до Камчатки, в районах Нижней и Средней Волги и Дона, на побережье Каспийского, Охотского, Баренцева, Балтийского, Черного и Азовского морей, в Карелии, на Алтае, в Туве, на Байкале. На 70% территории нашей страны единственными источниками энергии являются дизельные или бензиновые электростанции. Например, на Крайнем Севере, где проживает более 10 млн. человек, ежегодный расход топлива углеводородного топлива достигает 8 млн. тонн. Себестоимость вырабатываемой электроэнергии составляет 10 — 12 руб. за кВт/час. Специалистами подсчитано, что при использовании в этих регионах ветродизельных установок расход топлива можно сократить в два-три раза, что, соответственно, и снизит стоимость электроэнергии. Ветровые установки будут также выгодны и для регионов, где люди проживают в удаленных деревнях и хуторах, где транспортировка сильно увеличивает цены на топливо. Некоторые удаленные регионы Восточной Сибири тратят на него больше половины бюджета. В настоящее время наиболее активно решением задачи производства ветрогенераторов в России занимаются глобальные производители ветрогенераторов: Дженерал Электрик, Gamesa, Vestas. Производители компонентов: Атомэнергомаш, Северсталь, и другие металлообрабатывающие и энергомашиностроительные компании.

31 июля 2014 на площадке регулятора российского энергетического рынка прошло совещание представителей наблюдательного Совета «Совет рынка» Министерства Промышленности и Торговли РФ, общественных организаций - Ассоциации РАВИ, участников ветроэнергетического рынка - девелоперов: ООО «ВЭС», ООО «Ветропарк», ООО «Алтэн», ЗАО «Ветрогенерирующая Компания», ООО «Лукойл-Экоэнерго», ООО «Ветер № 5», представителей производителей ветрогенераторов - «Дженерал Электрик» и заинтересованных компаний - ООО «Русский Ветер», ОАО «Композит» и других компаний, участвующих в формировании российского ветроэнергетического рынка.

Главной темой совещания было формирования единой согласованной между участниками рынка позиции в ответ на поручение Председателя Правительства Д. А. Медведева по выяснению необходимости корректировки законодательства по ВИЭ в отношении степени локализации производства ветрогенераторов и объемов ввода ветроэнергетических парков. Ключевым стал вопрос снижения степени локализации производства компонентов ветрогенераторов для ускорения производства этих компонентов на российских предприятиях.

Участники обсуждения были едины во мнении, что высокий уровень требования степени локализации (65% с 2016 года) стал основной причиной низкого интереса игроков рынка и потенциальных инвесторов к конкурсам отбора мощности по ветроэнергетике.

Опубликованное 28 июля 2015 года распоряжение Правительства России № 1472-р, которое касается активизирования производства электрической энергии посредством ВИЭ, вселяет определенную веру в то, что в России начнет расширяться не только ветроэнергетика как метод получения электроэнергии, а также и ее технологическая и производственная база.

Однако, для реализации задуманного существуют определенные препятствия – нет ни общей стратегии, ни индивидуальных правил последующего совершенствования научных знаний, технического и индустриального производства на уровне государства плюс недобросовестное распоряжение финансами, не направленное на экономическое развитие страны [4].

Список использованных источников:

1. <http://elitetrader.ru/index.php?newsid=274308>
2. <http://slarkenergy.ru/vetrogenerator/rossijskogo-proizvodstva-cena.html>
3. <https://maistro.ru/articles/energetika/sovremennaya-vetroenergetika-kto-est-kto>
4. <http://zeleneet.com/vetroenergetika-vazhnejshaya-chast-elektroenergetiki-nastoyashhego-i-budushhego/33645>

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ РЕКТИФИКАЦИИ ТОЛУОЛСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Дорохина Т.Н. – студент, Мироненко И.В. – студент, Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Основной причиной загрязнения биосферы являются ресурсоемкие технологии переработки и использования сырья. Разработка ресурсосберегающих технологий, а также оптимизация схем разделения перерабатываемых отходов в химической промышленности позволит снизить затраты энергии, сократить нормы расхода сырья и уменьшить нагрузку на окружающую среду, а также выделить дополнительные количества целевого и побочных продуктов.

Все вышесказанное актуально и для технологии переработки отходов толуола. Целью работы является создание малоотходной, экологически безопасной технологии разделения толуолсодержащих отходов, образующейся в производстве строительных материалов, состав которой представлен в таблице 1.

Таблица 1-Свойства отхода

Наименование компонента	Содержание, %
Толуол (Т)	42,50
Этанол (Э)	12,75
Бутилацетат (БА)	8,50
Этилцеллозольв (ЭЦ)	6,80
Ацетон (Ац)	5,95
ЛКМ	10,00
Песок, земля	2,00
Вода (В)	11,50

Основным способом разделения таких многокомпонентных органических смесей является процесс ректификации. На этапе экспериментальных исследований была предложена принципиальная технологическая схема разделения изучаемой смеси, которая предполагает использование комплекса ректификационных колонн. Однако в данном случае выделение индивидуальных компонентов из исследуемой смеси затруднено из-за наличия в ее составе значительного количества бинарных и тройных азеотропов. В таблице 2 представлены свойства бинарных азеотропов изучаемой смеси, в таблице 3 - тройных составляющих изучаемой смеси.

Таблица 2 – Азеотропные свойства бинарных составляющих

Система	Температура кипения компонентов, °С			Концентрация компонента 1, % мол.	Тип азеотропа
	1	2	смесь		
Э(1) - Т(2)	78,73	110,60	76,60	81,5	гом.
ЭЦ(1) - Т(2)	135,10	110,60	110,50	10,8*	гом.
ЭЦ(1) - БА(2)	135,10	126,50	125,35	10,0*	гом.
В(1) - Э(2)	100,00	78,37	78,00	10,0	гом.
В(1) - ЭЦ(2)	100,00	135,10	99,40	71,0	гом.
В(1) - БА(2)	100,00	126,50	90,50	70,6	гетер.
В(1) - Т(2)	100,00	110,70	84,10	19,6	гетер.

*-составы азеотропов приведены в % масс.

Таблица 3 – Азеотропные свойства тройных составляющих

Система	Температура кипения компонентов, °С				Концентрация компонентов, % масс.	Тип азеотропа
	1	2	3	смесь		

					1	2	
В(1)-Э(2) - Т(3)	100,00	78,40	110,60	74,60	32,9	39,5	гетер.

Как видно из представленных данных, изучаемая смесь характеризуется наличием 7 бинарных и 1 тройного азеотропа, в связи с чем необходимо для разделения использовать специальные методы ректификации

Изучение закономерностей непрерывной и периодической ректификации проводились в вычислительном эксперименте.

Математическое моделирование статики ректификации включает в себя моделирование парожидкостного равновесия (ПЖР) по высоте аппарата при заданных параметрах режима. В основном для моделирования процесса ректификации используются алгоритмы совместного решения системы материального и теплового балансов колонны и ее секций.

Наличие математического описания парожидкостного равновесия в бинарных системах является необходимым для получения полной математической модели фазового пространства исследуемой смеси. Это необходимое условие для проведения вычислительного эксперимента по ректификации, которое дает возможность значительно сократить лабораторный эксперимент и более полно исследовать закономерности режимов различных видов ректификации.

Получение параметров взаимодействия бинарных составляющих смеси является определяющим этапом разработки технологической схемы разделения растворителей. Эта ступень расчета является наиболее ответственной, поскольку в зависимости от метода оценки и набора исходных экспериментальных данных можно для исследуемой системы получить разные результаты.

Экспериментальные и литературные данные по парожидкостному равновесию подвергались математическому описанию с помощью уравнения Вильсона в программной реализации НИИНЕФТЕХИМа, г. Уфа. Результатом математической обработки являются параметры бинарного взаимодействия (λ_{12} , λ_{21}) для двухкомпонентных систем изучаемой смеси отходов толуола (таблица 4). Они адекватно воспроизводят особенности фазового пространства исходной смеси и позволяют моделировать процесс ректификации изучаемой смеси с помощью программы «PERIOD» ЛФХПРС, НИФХИ им. Л.Я. Карпова.

Таблица 4 – Результаты математического описания ПЖР

Наименование системы	Параметры уравнения Вильсона	
	λ_{12}	λ_{21}
Э-Т	0,2385	0,3450
Э-БА	1,2820	0,3896
БА-ЭЦ	1,2860	0,4937
Ац-Т	0,7094	0,8165
Ац-Э	0,6116	0,8754
Ац-БА	1,4230	0,4443
Э-ЭЦ	0,8440	1,1850
А-В	0,1657	0,4407
В-ЭЦ	1,1120	0,1325
В-БА	0,1291	0,0416
В-Т	0,0162	0,0143
В-Э	0,2175	0,8084
Т-ЭЦ	0,5825	0,1373

Оптимизируемыми параметрами колонн периодического действия являлись:

- общая эффективность колонны (число теоретических тарелок) – N;
- флегмовое число – R;
- время отбора в дистиллят - τ .

Для колонн периодической ректификации, исходя из потока питания, устанавливали объем куба (V_k). С учетом рассчитанных скоростей пара и заданного диаметра колонны (d_k),

определяли объем парового потока. Указанные параметры оставались стабильными для заданного потока питания.

В качестве критерия оптимизации параметров режима каждой ректификационной колонны служил минимум энергетических затрат при заданном качестве продуктов разделения. Для процесса периодической ректификации поиск оптимального времени отбора в дистиллят (τ) осуществляли одновременно с варьированием N и R .

Полученные оптимальные параметры работы периодической ректификационной колонны могут быть использованы на любом предприятии при разделении смеси аналогичного состава с целью энерго- и ресурсосбережения.

Список литературы:

1. Огородников С.К. Азеотропные смеси: Справ. / Под ред. С.К. Огородникова, Т.М. Лестевой, В.Б. Когана. Л.: Химия, 1971. 848 с.
2. Людмирская Г.С., Барсукова Т.А., Богомольный А.М. Равновесие жидкость-пар: Справ. / Под ред. А.М.Богомольного. Л.: Химия, 1987. 336 с.
3. Аржанов П. Г. Исследование процесса разделения смеси спиртов, ароматических углеводородов и их производных в присутствии воды на примере промышленных отходов производства фенилсилоксановых смол. - /Дисс....канд.техн.наук. – Барнаул, 1978. – 148 с.
4. Клейменова М.Н. Исследования по созданию малоотходной технологии разделения смеси растворителей в производстве эмалей /М.Н.Клейменова, Ю.С. Лазуткина, Л.Ф. Комарова// Известия ВУЗов «Химия и химические технологии». – 2009, Т.52, № 5. – С.90-93.
5. Давыдян А.Г. Особенности процессов периодической ректификации в колоннах разного типа: Дисс. канд. техн. наук. – М.: НИФХИ, 1991. – 162с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФЛОТАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МАСЛОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Попова А.Е. – студент, Стальнова О.С. – студент, Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Масложировая отрасль занимает ведущее место в агропромышленном комплексе России, что связано разнообразием и уникальностью состава маслосодержащего сырья различных регионов мира и с быстрой его возобновляемостью, важной ролью жиров в питании человека, масштабностью использования масложировых продуктов в пищевых, кормовых и технических целях. Поэтому состояние этой отрасли промышленности определяет развитие не только отечественного агропромышленного комплекса, но и целого ряда отраслей промышленности.

Россия обладает достаточным потенциалом для развития сырьевой базы. Потенциал нашей страны по посевным площадям под подсолнечником составляет 5,0 – 5,5 тыс. га, а по его средней урожайности – 10 – 12 ц/га. Это дает возможность в перспективе собирать урожай порядка 5,0 – 6,5 млн. т подсолнечника в год. Перспективным для климатических условий Алтайского края является выращивание рапса, сои, льна и других масличных культур.

Значительный рост масложирового производства связан с деятельностью предприятий группы компаний ООО «Юг Сибири».

Переработкой масличных культур в крае занимается 124 предприятия в 26 районах и 7 городах края. Однако основными производителями растительных масел являются крупные и средние предприятия, на долю которых приходится 77% вырабатываемого в крае масла. Это ООО «АгроСиб-Раздолье» (г. Барнаул), ЗАО «Бийский масложировый завод» (г. Бийск), ОАО «Барнаульский масложировый завод» (г. Барнаул), ЗАО «Алейскзернопродукт» им. С.Н. Старовойтова (г. Алейск), ОАО «Мельник» (г. Рубцовск), ООО «НПП «Интер-масло» (г. Барнаул), ООО «Славгородский масложировый завод» (г. Славгород), ООО «Эльмира» (г.

Новоалтайск), ООО «Диво Алтая» (Павловский район), ООО АПК «Хлебный край» и ООО «Свеча» (г. Барнаул).

Образующиеся на маслоперерабатывающих предприятиях сточные воды содержат в своем составе большое количество жиров, что усложняет их очистку.

Как правило, в комплекс сооружений очистки стоков предприятий по переработке масла включены напорные флотаторы, электрофлотокоагуляторы, фильтры, а также дополнительно используются различные реагенты (коагулянты, флокулянты) для повышения эффективности механической, электрохимической и физико-химической очистки.

В зависимости от количества сточных вод и концентраций загрязнений в них компануются различные технологические схемы, обеспечивающие очистку стоков до показателей, удовлетворяющих требованиям Водоканала.

Процесс очистки сточных вод маслоперерабатывающего предприятия обычно состоит из нескольких стадий (рисунок 1), на каждой из которых может применяться различные методы очистки стоков и соответствующее оборудование водоочистки.

Сточная вода поступает на ситяной отстойник 4, в котором частицы крупнее прозоров удерживаются поверхностью экрана. Далее вода самотеком по трубопроводу поступает в усреднитель, где происходит усреднение стоков по расходу и по концентрации.

После, усредненный сток в объеме $10,5 \text{ м}^3/\text{час}$ по напорному трубопроводу поступает во флокулятор 9, где происходит перемешивание стоков с флокулянт и с реагентами, которые корректируют рН сточных вод.

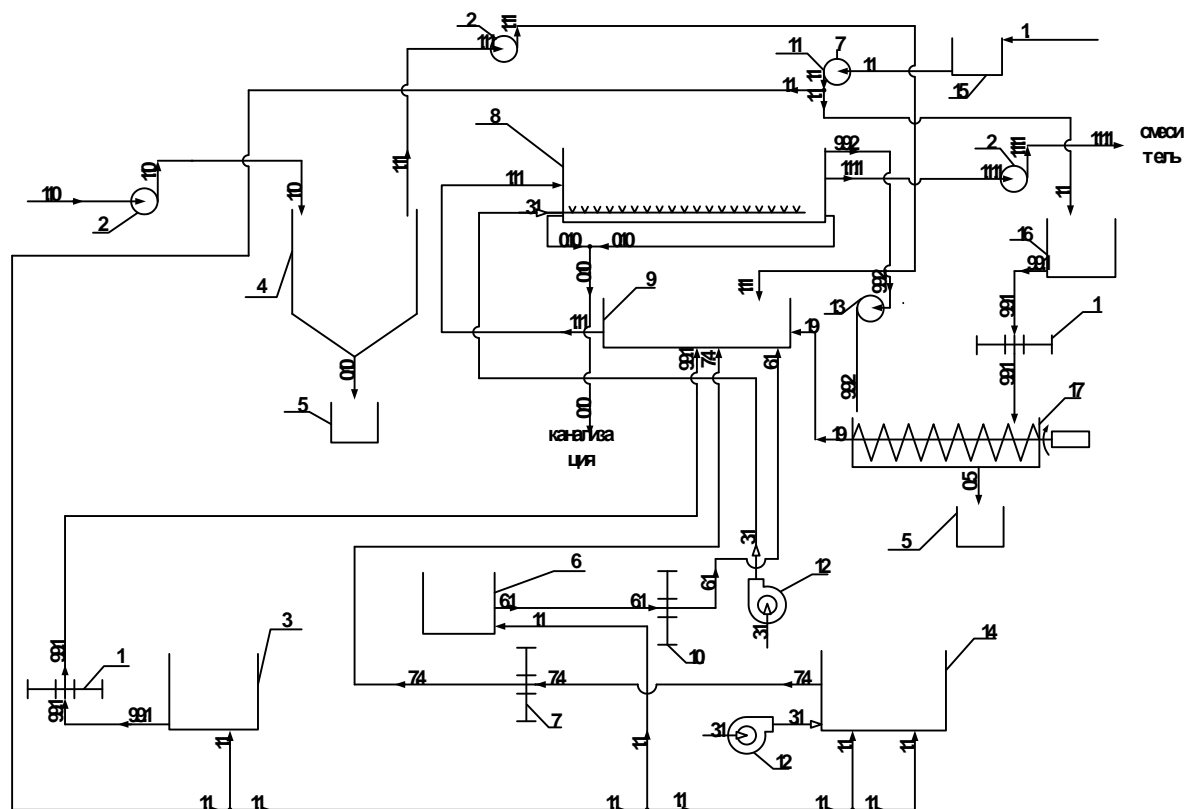


Рисунок 1 – Технологическая схема очистки сточных вод маслоперерабатывающего предприятия

В зависимости от значения рН во флокулятор добавляются соответствующие реагенты: при $\text{pH} > 8$ во флокулятор добавляется разбавленная серная кислота H_2SO_4 (концентрация от 50% до 60%); при $\text{pH} < 6$ во флокулятор добавляется щелочь NaOH (концентрация от 25% до 30%).

Из флокулятора стоки подаются во флотатор 8. Флотошлам всплывает к поверхности флотатора и непрерывно автоматически удаляются скребковым механизмом. Флотошлам влажностью 98% подается на обезвоживатель осадка, в который для лучшего обезвоживания насосом-дозатором подается флокулянт (полиакриламид).

Затем обезвоженный флотошлам (влажностью 85% и менее) собирается в контейнере.

Очищенная во флотаторе сточная вода отводится к месту расположения смесителя по напорному трубопроводу в стальном футляре, в котором смешиваются производственные стоки после физико-механической очистки со стоками хозяйственно-бытовой канализации, затем в существующий канализационный коллектор и далее на очистные сооружения канализации.

В качестве реагентов для технологического процесса используются:

1. Флокулянт для очистки производственных стоков - раствор полиэлектролита, расход от 6 до 10 мг/л, готовится в автоматической станции приготовления флокулянта. Готовый раствор флокулянта подается во флокулятор.

2. Коагулянт для корректировки pH - щелочь (NaOH), расход от 2000 до 3000 мг/л. Готовый реагент подается во флокулятор.

3. Нейтрализатор для корректировки pH - разбавленная серная кислота H_2SO_4 (50%-60%), расход от 0 до 500 мг/л, готовится из серной кислоты 93% в емкости для агрессивных сред.

Флокулянт для обезвоживания флотошлама – раствор полиакриламида, расход определяется опытным путем исходя из фактического состава флотошлама.

В результате очистки очищенная вода имеет параметры, представленные в таблице 1.

Таблица 1- Характеристики производственных сточных вод

Показатель	Концентрация загрязняющих веществ, мг/л		Степень очистки, %
	вход на ОСПК	после флотатора	
1 БПК ₂₀	5573,0	1672,0	70%
2 ХПК	10123,0	3037,0	70%
3 Эфирорастворимые вещества (жиры)	1305,6	26,1	98%
4 Мыло	2042,8	40,9	98%
5 Глицерин	108,2	5,4	98%
6 Фосфаты	108,2	5,4	95%
7 Взвешенные вещества, шрот, жмых	471,8	23,6	95%
8 Нефтепродукты	3,1	1,2	-

Таким образом, оптимизация процесса флотации позволяет снизить концентрации загрязняющих веществ до допустимых значений и повысить степень очистки сточных вод на маслоперерабатывающих предприятиях.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕСНЕНИЮ МОРСКИХ ВОД НА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКЕ ОБРАТНОГО ОСМОСА

Рубцов Д.Б. – студент, Полетаева М.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Проблема дефицита пресной воды во многих регионах мира с каждым годом становится все актуальней. В основном это связано с ростом населения, климатическими изменениями и рядом других причин. Но для многих мест нашей планеты эта проблема не столь нова и обусловлена только климатическими особенностями [1]. В России к районам, испытывающим дефицит пресной воды, относится Калмыкия, Крым из стран ближнего зарубежья – Казахстан, Туркмения, Узбекистан. Во многих районах, имеющих рассматриваемую проблему, есть доступ к морям и океанам, в котором достаточно воды, но она является непригодной для употребления человеком из-за содержащихся в ней солей.

Общая концентрация основных солей на протяжении существования океана изменялась незначительно. Концентрация основных одиннадцати ионов Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , HCO_3^- , Br^- , F^- и H_3BO_3^- практически не менялась. В среднем концентрация солей в морской воде составляет 35 г на один литр, при этом 19,4 г составляет хлор, 10,8 г - калий, 2,7 г - сульфаты, 1,3 г - магний, 0,41 г - кальций, 0,38 г - калий и т. д. Сумма основных ионов составляет 99,9% от массы всех растворенных в океанской воде соединений и только 0,1% приходится на все остальные химические соединения и элементы [2].

Наиболее распространенными способами обессоливания воды являются химический, электрохимический, термический и мембранные методы. У каждого метода есть ряд достоинств и недостатков. В последнее время наибольшую популярность имеют мембранные методы. Мембранные технологии используют для извлечения мелких коллоидных частиц, а также растворенных соединений [3].

Для изучения закономерностей опреснения воды обратным осмосом и проектирования промышленных опреснительных установок на кафедре химической техники и инженерной экологии была разработана лабораторная установка опреснения морских вод разного солесодержания. При проектировании решались следующие задачи:

- создать лабораторную установку обратного осмоса с возможностью поддержания низкой температуры воды, работающую при давлении до 60 атмосфер;
- провести эксперименты по изучению производительности и селективности мембранного модуля при различной температуре и концентрациях солей.

Первая серия опытов проведена на растворе NaCl , так как его содержание в морской воде составляет более 70%. Опыты проводились при различных давлениях на мембране и концентрациях соли в исходном растворе. Чтобы обеспечить постоянную требуемую температуру воды, концентрированный раствор дозировался в холодную водопроводную воду, что позволило поддерживать температуру воды на уровне 5°C . В течение эксперимента контролировались следующие параметры: общее солесодержание исходного раствора, фильтрата и концентрата кондуктометрическим методом, расходы этих потоков с помощью ротаметров. По полученным данным был построен график зависимости расхода фильтрата и концентрата при постоянной температуре и разных давлениях и концентрации исходного раствора (рисунок 1).

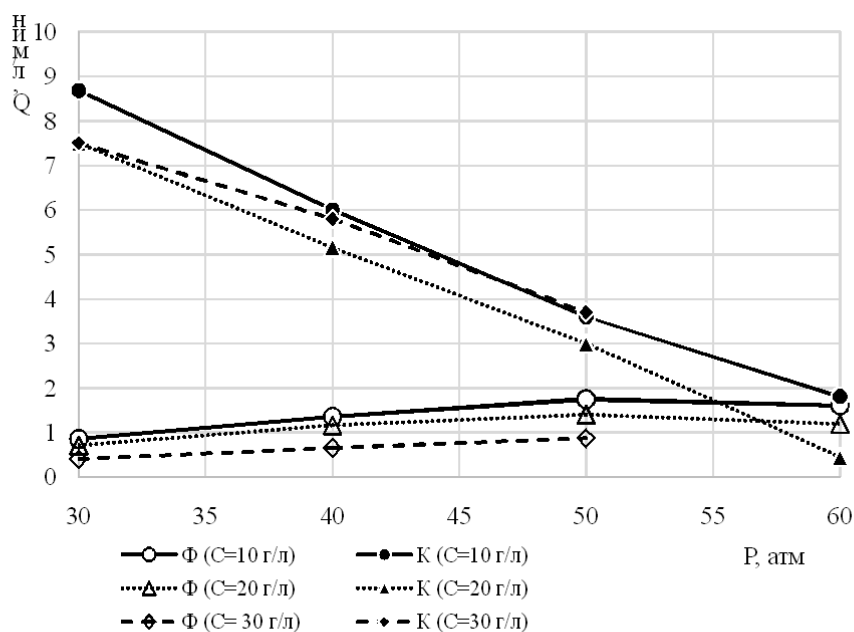


Рисунок 1 -Зависимость расхода фильтрата (Ф) и концентрата (К) от давления при разных концентрациях NaCl (C) в исходном растворе

На рисунке хорошо видно, что при увеличении давления над мембраной происходит изменение расхода фильтрата и концентрата. Расход фильтрата увеличивается от 0,85 л/мин при давлении 30 атм до 1,6 л/мин при 60 при концентрации 10 г/л. Аналогично при концентрациях 20 и 30 г/л расход фильтрата возрастает соответственно от 0,7 до 1,2 л/мин и от 0,4 до 0,9 л/мин. При этом увеличение концентрации солей в исходном растворе приводит к снижению производительности мембраны. Из рисунка 1 видно, что при давлении свыше 50 атм увеличения производительности мембраны не происходит, поэтому проведение исследований при большем давлении нецелесообразно в связи с увеличением энергетических затрат. При этом селективность мембраны на всем протяжении эксперимента составляет 99,6 %.

Задача исследований на следующем этапе – изучение производительности и селективности мембранного модуля на растворах, схожих по составу с водой различных морей. При подготовке к следующей серии опытов возникли определенные сложности. Для создания модельного раствора, имитирующего солесодержание Азовского моря, были использованы такие соли как NaHCO_3 , MgSO_4 , KBr , CaCl_2 , MgCl_2 , KCl , NaCl . Как известно, у всех солей есть предел растворимости, при котором начинается их кристаллизация и выпадение в осадок, поэтому невозможно проводить дозирование концентрированного раствора. Решением этой проблемы стала реконструкция установки, при которой заменен способ приготовления исходного раствора. Исходный раствор готовится в емкости объемом $0,5 \text{ м}^3$ и используется однократно.

В настоящее время ведутся работы по изучению производительности мембранного модуля при различном солесодержании исходного раствора, имитирующего солевой состав Азовского моря и различной температуре.

Список литературы

1. Березкин М. Глобальная проблема нехватки пресной воды [Электронный ресурс]: официальный сайт русского географического общества. - Режим доступа: <http://old.rgo.ru/2011/09/globalnaya-problema-nexvatki-presnoj-vody/>. (дата обращения: 29.09.15);
2. Формирование солевого состава морской воды [Электронный ресурс]: сайт Тихий океан. - Режим доступа: http://tihiy-ocean.ru/solevoy_sostav.html (дата обращения 29.09.15);
3. Комарова, Л. Ф. Использование воды на предприятиях и очистка сточных вод в различных отраслях промышленности: учебное пособие/ Л. Ф. Комарова, М.А. Полетаева. – Барнаул:Изд-во АлтГТУ, 2010.-174 с.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ ОПРЕСНИТЕЛЬНОЙ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ С МИНИМАЛЬНЫМ ВЫХОДОМ КОНЦЕНТРАТА

Сабуров Е.С. – студент, Полетаева М.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

На сегодняшний день мембранные технологии являются самым динамично развивающимся методом опреснения и очистки воды. Несмотря на все преимущества мембранных процессов, у них есть существенный недостаток – большой расход концентрата, который необходим для создания таких условий, при которых обеспечивается безопасная работа мембраны и не будет происходить образования на ней осадков малорастворимых солей, в основном карбоната кальция. Нерешенной проблемой обратноосмотических установок является снижение расхода концентрата. Для предотвращения осадкообразования на существующих мембранных аппаратах требуется тщательная предочистка исходной воды, добавление ингибиторов, промывка химическими реагентами [1].

Для уменьшения стоков концентрата исходный раствор необходимо многократно концентрировать и тем самым увеличить выход фильтрата. Но при многократном

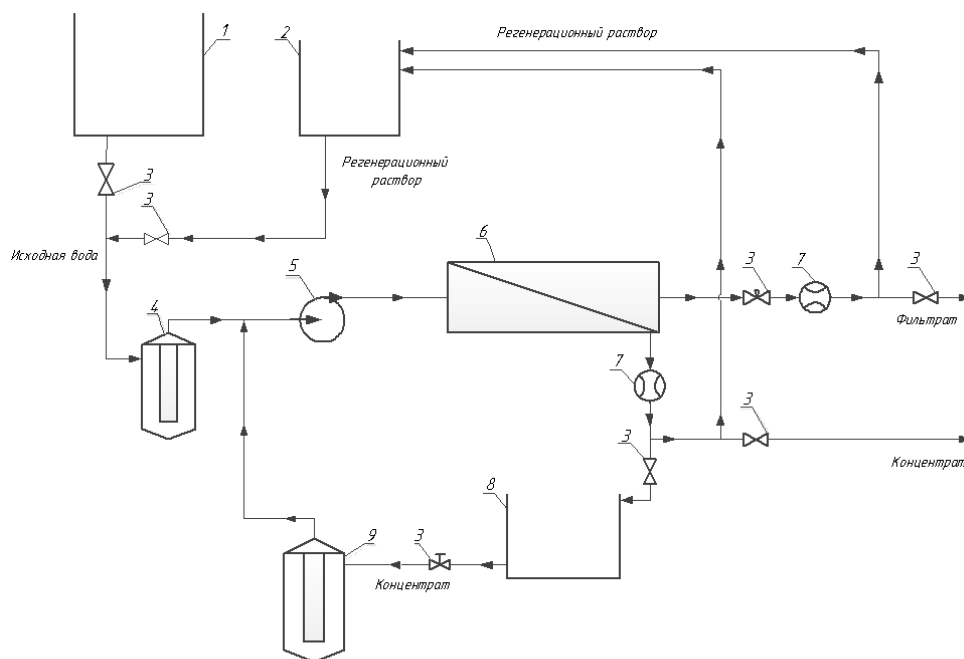
концентрировании появляется еще одна немаловажная проблема - образование карбоната кальция, который может образовывать кристаллические отложения на мембране, тем самым забивая мембрану и снижая её производительность [2].

Нами предложено удалять ионы Ca^{2+} из концентрата путем кристаллизации на зернистом фильтре.

В лаборатории кафедры ХТиИЭ была спроектирована и собрана экспериментальная обратноосмотическая установка для обессоливания морской воды (рисунок 1). В спроектированной лабораторной установке использовались разные способы подачи исходного раствора:

- из емкости объемом 50 л, оснащенной водяным охлаждением с возвратом фильтрата и концентрата в эту емкость;
- смешением концентрированного раствора и водопроводной воды в эжекторе с последующей подачей в установку;
- из емкости объемом 500 л с непосредственной подачей в установку без возврата фильтрата и концентрата

Из всех вариантов для исследований наиболее подходящим оказался третий, так как он позволяет наводить большой объем раствора солей и проводить процесс при постоянных параметрах в течение всего времени эксперимента.



1 - емкость с исходным раствором; 2- емкость с регенерационным раствором; 3 – вентиль; 4- механический фильтр; 5- насос; 6 – мембрана; 7 – ротаметр; 8 – сборник концентрата; 9 – фильтр-кристаллизатор.

Рисунок 1 – Схема лабораторной обратноосмотической установки

Исходный раствор из емкости 1 проходит через механический фильтр 4 и насосом 5 подается на мембрану 6, где происходит его разделение на фильтрат и концентрат. Расход фильтрата контролируется ротаметром. Концентрат, проходя через ротаметр 7, собирается в сборник концентрата 8, откуда с определенным расходом подается на фильтр-кристаллизатор 9, где происходит осаждение ионов Ca^{2+} , после чего он смешивается с исходным раствором. Для промывки мембраны регенерационный раствор из емкости 2 подается вместо исходной воды; фильтрат и концентрат при промывке собираются обратно в емкость 2.

На установке в качестве фильтра-кристаллизатора установлен фильтр для воды BigBlue с патроном для зернистой загрузки. В качестве зернистой загрузки засыпан кальцит. При пропускании концентрата через кальцит происходит кристаллизация сульфата и карбоната кальция и соответственно снижение жесткости концентрата. Увеличение степени

концентрирования позволит снизить выход концентрата и соответственно снизить количество образующихся отходов в обратном осмосе.

Для определения снижения содержания Ca^{2+} после фильтра-кристаллизатора проводились серии опытов с различными концентрациями солей в исходной воде, а также различными скоростями пропускания концентрата через зернистую загрузку фильтра.

Полученные результаты химического анализа концентрата до и после фильтра представлены в таблице 1. Как видно из таблицы, с увеличением давления происходит увеличение концентрации ионов Ca^{2+} в концентрате и далее при пропускании концентрата через фильтр с кальцитом происходит снижение жесткости раствора.

Таблица 1 – Результаты эксперимента

Давление, МПа	Солесодержание, г/л			Скорость пропускания концентрата через фильтр, л/мин	Жесткость концентрата, моль/л				pH	
					до фильтра		после фильтра			
	исходная вода	фильтра т	концентрат		общ. моль/л	Ca^{2+} мг-экв/л	общ. моль/л	Ca^{2+} мг-экв/л	до фильтра	после фильтра
40	10	0,04	14	2,5	19,9	24,6	18,14	21,54	7,2	7,7
50	10	0,04	19	2,0	21,95	33,85	21,67	26,6	7,2	7,4

Полное исключение сточных вод на обратноосмотической установке возможно лишь при полном возврате концентрата в цикл и подборе таких технологических параметров установки, при которых происходит непрерывный вывод солей из концентрата в виде кристаллов. В настоящее время ведутся исследования по снижению содержания ионов Ca^{2+} в концентрате, полученном при различных давлениях над мембраной и исходной концентрации солей для возврата его в цикл обратного осмоса.

Список литературы:

1. Комарова Л.Ф., Кормина Л.А. Инженерные методы защиты окружающей среды. Техника защиты атмосферы и гидросферы от промышленных загрязнений: Учебное пособие. - Барнаул, 2000. - 395 с.
2. Первов А. Г., Андрианов А. П., Горбунова Т. П. Бессточные схемы водоподготовки на основе мембранных технологий // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2011. Вып. 4(19)

ОБРАЗОВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД НА МОЛОЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Тараданова М.И. – студент, Полетаева М.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Одной из основных проблем, с которыми сталкиваются надзорные органы в зоне своей компетенции, является влияние сточных вод образующихся в результате деятельности производства молока Алтайского края на компоненты окружающей природной среды.

Вторичные сырьевые ресурсы и отходы являются основным источником загрязнения сточных вод. В связи с тем, что отходы образуются практически на всех стадиях производства, все процессы вносят свой вклад в образование загрязнителей, которые попадают в водные потоки, образуя сточные воды [1].

Молочная промышленность потребляет значительные объемы исходной воды. На предприятиях отрасли вода расходуется:

– на технологические нужды (восстановление сухого молока, охлаждение сырья и продуктов в различных теплообменных аппаратах, промывку масла, мойку сыров, технологического оборудования, тары, автомобильных цистерн и др.);

- на вспомогательные производства (выработку пара и собственные нужды котельной, охлаждение аммиачных компрессорных установок);
- на хозяйственно-бытовые нужды (использование воды для питья, мойки посуды в столовой, мойки помещений и др.).

На предприятиях молочной промышленности вода после использования сбрасывается в городскую канализацию, на поля фильтрации или в водные объекты. Сточные воды составляют 80 – 90 % от потребляемой предприятием объема исходной воды [2].

Сточные воды содержат большое количество органических соединений (белки, жиры, молочный сахар), обусловленное потерями сырья и отходами при производстве молочных продуктов. Кроме того, сточные воды содержат неорганические соединения: моющие средства, соединения металлов. Высокая концентрация органических загрязнений характерна для сточных вод, образующихся при производстве сыра, творога, казеина. Это объясняется как особенностями технологии, так и потерей части сыворотки, имеющей высокую загрязненность.

По содержанию загрязнений сточные воды предприятий молочной промышленности в 5 – 10 раз более загрязнены, чем хозяйственно-бытовые стоки, и при сбросе без очистки представляют значительную опасность для окружающей среды.

Высокие концентрации легкоокисляемых органических соединений в сточных водах молочных заводов приводят к резкому снижению растворенного кислорода в водоемах, а взвешенные вещества белкового происхождения приводят к накоплению донных отложений, для которых характерными являются процессы гниения.

Сточные воды молочной промышленности, без предварительной (локальной) очистки не могут быть направлены на городские очистные сооружения, в биопруды и поля фильтрации, на рельеф местности, в природные водоемы, так как вызывают нарушение нормального течения процесса биологической очистки и загрязнение водоемов.

Поступление на биологические очистные сооружения сточных вод предприятий мясной и молочной промышленности с содержанием взвешенных органических веществ до 3,0 – 3,5 г/дм³ может привести к нарушению кислородного режима в сооружении, изменению концентрации ионов водорода, сопровождающемуся значительным подкислением среды, видовому изменению микрофлоры, увеличению илового индекса и выносу активного ила из очистных сооружений. Кроме того поступление сточных вод этой категории предприятий в городскую канализационную сеть, где достаточно долгое время они находятся в анаэробных условиях, ведет к понижению рН среды, приводящей к коррозии коллекторов. Очистка таких стоков сопряжена со значительным потреблением растворенного кислорода и как следствие возникает необходимость подачи для аэрирования большого объема воздуха. Значительное содержание азот- и фосфорсодержащих органических веществ приводит к тому, что они не могут окисляться в течение времени пребывания сточных вод в очистных сооружениях и не достаточно очищенные стоки поступают в водные объекты, а это в свою очередь приводит к эвтрофикации и воздействию на флору и фауну водоема.

Объектом исследований стали количественные и качественные характеристики сточных вод крупных предприятий по переработке молока ОАО «Кулундаконсервмолоко» и ООО «Третьяковский маслосырзавод».

Годовой объем водопотребления и водоотведения ОАО «Кулундаконсервмолоко», а так же с перспективой на 5 лет составляет: водопотребление 370,96 тыс.м³/сут., 130,57 тыс.м³/сут, водоотведение 79,49 тыс.м³/сут.

Образующиеся бытовые и производственные сточные воды ОАО «Кулундаконсервмолоко» и населения с. Кулунда отводятся по системе канализации в забетонированный отстойник накопитель, где происходит осаждение взвешенных веществ, и далее через канализационную насосную станцию подаются на собственные поля фильтрации.

Годовой объем водопотребления и водоотведения ООО «Третьяковский маслосырзавод»: водопотребление 1023,8 тыс.м³/сут., 368,9 тыс.м³/год, водоотведение

397,1 тыс.м³/год. Приёмниками образующихся хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод являются собственные поля фильтрации ООО «Третьяковский маслосырзавод». Хозяйственно-бытовые и производственные сточные воды по системе канализации направляются на канализационную насосную станцию, и, пройдя очистку через отстойник и жироловушки, на поля фильтрации.

При наличии на предприятиях систем очистки промышленных стоков наиболее перспективным с точки зрения энерго- и ресурсосбережения становится возврат очищенных стоков в водооборот что позволит снизить затраты на водопотребление предприятия и уменьшить воздействие данных предприятий на окружающую среду. Для этого на предприятиях необходимо внедрять систему экологического аудита, разрабатывать и внедрять новейшие технологии очистки сточных вод, позволяющих очищать стоки до качества позволяющего использовать их повторно.

Список литературы

1. Полетаева М.А., Осадчая О.С., Рузаева Н.А Пути решения проблемы очистки сточных вод молочного предприятия // Ползуновский вестник №1, Изд-во ОАО «Алтайский дом печати», 2013.- С. 273-275.
2. Полищук И.И. Водопользование на предприятиях пищевой промышленности. М.: Агропромиздат, 1989 – 100 с.